

Universidad de Cádiz

Proyecto fin de carrera

Centro: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS

Titulación: Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Química Industrial

Título: Ingeniería de detalle de una unidad de tratamiento de aguas ácidas

Autor: Francisco Mendoza Navas

Fecha: Febrero 2015



Ingeniería de detalle de una unidad de tratamiento de aguas ácidas



Titulación: Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Química Industrial

Alumno: Francisco Mendoza Navas

Tutor: Pedro Luis Guerrero Santos

Convocatoria: Febrero 2015

Agradecer a mis padres por todo su apoyo y cariño que me han dado durante esta etapa como estudiante, sin ellos jamás hubiese conseguido terminar una ingeniería y presentar este proyecto. Gracias a Pedro Luis Guerrero por toda su ayuda y paciencia. A mis amigos de verdad. Gracias a todos.

“Si das pescado a un hombre hambriento, lo nutres durante una jornada. Si le enseñas a pescar, le nutrirás toda su vida”

Lao Tsé (570-490 a.C.)

DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO N°1

MEMORIAS

CAPÍTULO I:

MEMORIA DESCRIPTIVA

CAPÍTULO II:

MEMORIA DE CÁLCULOS

DOCUMENTO N°2

PLANOS

DOCUMENTO N°3

PLIEGOS DE CONDICIONES

DOCUMENTO N°4

PRESUPUESTO

DOCUMENTO N°1

MEMORIAS

CAPÍTULO I:
MEMORIA
DESCRIPTIVA

ÍNDICE

1. Introducción
2. Alcance y objetivo del proyecto
3. Normativa y disposiciones legales principales
4. Implantación de equipos
 - 4.1. Introducción
 - 4.2. Consideraciones para la localización de los equipos
 - 4.2.1. Torres
 - 4.2.2. Cambiadores de calor
 - 4.2.3. Bombas
5. Lista de líneas
 - 5.1. Introducción
 - 5.2. Objetivo
 - 5.3. Consideración
 - 5.3.1. Datos de partida
 - 5.3.1.1. P&ID
 - 5.3.2. Especificación B-1 / B-2 / C-6
 - 5.3.3. Aislamiento
 - 5.3.4. Datos de operación / diseño / prueba
6. Routing
 - 6.1. Introducción
 - 6.2. Consideraciones
7. Diseño del rack
 - 7.1. Introducción
 - 7.2. Piperack
 - 7.3. Pipetrack
 - 7.4. Tubería en Canal Visitable (coordinación con Obra Civil)
 - 7.5. Tubería en zanja Enterrada (coordinación con Obra Civil)
 - 7.6. Información requerida para el diseño del rack
 - 7.6.1. Especificación de diseño
 - 7.6.2. Evaluación de la información

- 7.6.2.1. Evaluación inicial
 - 7.6.2.2. Identificación de los elementos a instalar en el rack
 - 7.6.2.3. Líneas de proceso
 - 7.6.2.4. Líneas de servicio
 - 7.6.2.5. Colectores de antorcha
 - 7.6.2.6. Bandejas de cable eléctricas y de instrumentación
 - 7.7. Separación entre líneas
- 8. Orientación de conexiones de equipos
 - 8.1. Consideración
- 9. Diseño de colectores en rack y detalles
 - 9.1. Consideración área 1
 - 9.1.1. Límite de Batería
- 10. Sistema de carga unidad (600-C-1-600-G-1)
 - 10.1. Consideración área 2
- 11. Sistema de calentamiento (600-E-1 y 600-E-2)
 - 11.1. Consideración área 3
 - 11.1.1. Bypass (zona intercambiador)
 - 11.1.2. Purgador de vapor ST3
 - 11.1.3. Estación de control TV-001 / LV-003
 - 11.1.4. Placa de orificio FT-002a
- 12. Sistema de stripping (600-C-2-600-G-2)
 - 12.1. Consideración área 4
 - 12.1.1. Estación de control FV-002 / LV-004
 - 12.1.2. Placa de orificio FT-002b
- 13. Análisis de flexibilidad y soportes
 - 13.1. Introducción
- 14. Bibliografía

1. Introducción

En este proyecto se pretende dar a conocer la gran importancia que tiene un diseñador de tuberías, ya que es una de las partes importantes de un complicado mecanismo que finalmente da lugar a la ejecución de un proyecto. Por ello es indispensable que el diseñador de tubería esté familiarizado con todos los aspectos del mismo.

Conocer cómo se elaboran las valoraciones de los proyectos, los tipos y la utilidad de las mismas darán al diseñador de tuberías una visión más global del proyecto en el que se sentirá más involucrado y tendrá claro cuál es su papel en cada fase del mismo. Además conocerá que espera la dirección del proyecto de la documentación de la que él es responsable en cada etapa del proyecto.

Una vez que el proyecto se ha aprobado es crucial que el diseñador de tuberías conozca las implicaciones que su trabajo tiene en el desarrollo global del proyecto. El conocimiento del léxico de gestión de proyectos así como las habilidades necesarias, permitirán al diseñador la posibilidad de implicarse más en las labores de gestión de proyectos, responsabilizándose así del cumplimiento de los plazos e hitos del mismo, que es la tendencia actual en el sector de la ingeniería de plantas industriales.

2. Alcance y objetivo del proyecto

El objetivo de este proyecto es la elaboración de los productos finales de la ingeniería de detalle, de igual forma que se realizaría en un proyecto real, pero de un modo simplificado y adaptado a la disponibilidad de horas de dedicación al proyecto fin de carrera. No obstante la simplificación en el alcance del proyecto, no implicará que se

obvien las etapas de un proyecto real, ya que se abordarán las actividades que comprenden el proyecto desde un punto de vista suficientemente extenso y detallado.

Este proyecto contendrá intrínsecamente dos subproductos básicos:

1.- Ingeniería básica y Front-end: La ingeniería básica y front-end es aquel conjunto de cálculos y planos que nos permitirá, partiendo de una ingeniería conceptual del proceso, ir definiendo los aspectos más importantes de la instalación. De esta forma antes de finalizar la ingeniería básica se habrá definido el alcance completo del proyecto y se habrán tomado todas las decisiones relevantes del proyecto. Para ello se deberá determinar la implantación de equipos, el diámetro de líneas, especificar equipos, tuberías e instrumentos, etc. Se debe hacer notar, que la implantación de equipos es una parte muy importante de la ingeniería básica. De ello dependerá la “ergonomía” y una parte importante de los costos en material de tubería, su montaje, el mantenimiento y operación, así como una correcta distribución de los espacios físicos de la unidad de proceso.

2.- Ingeniería de Detalle: Tras la finalización de la ingeniería básica y partiendo de los documentos generados en ella, tales como los P&ID`s, implantaciones, routing de tuberías, lista de líneas, etc. En los cuales ya existe un grado muy avanzado de definición de la instalación; se iniciarían las etapas de diseño para poder definir completamente la instalación, de forma que cuando se inicie la construcción existan el menor número de variaciones y cambios posibles. Para ello se deberá realizar el diseño de detalle de toda la instalación mediante planos de planta de tuberías (lay outs), isométricas de montaje, sketch de recipientes, recuentos de los materiales para compra, etc.

3. Normativa y disposiciones legales principales

Los sistemas de tuberías del Proyecto, serán diseñados de acuerdo con el código ASME B 31.3 “Process Piping”.

ASME (American Society of Mechanical Engineers), fundada en 1880, fue una de las asociaciones pioneras en la creación de normas y estándares para la industria. Debido a la gran cantidad de accidentes provocados en los sistemas de generación de vapor, ASME editó en 1915, el primer “ASME Boiler and Pressure Vessel Code”. Desde entonces, ha creado gran cantidad de códigos y estándares de ingeniería aplicados a numerosas áreas técnicas e industriales.

De toda la amplia gama de Códigos y conjuntos de Normas editadas por ASME/ANSI, la ASME B 31 es el código que da respuesta a los requisitos para sistemas de tuberías a presión, está compuesto por varias secciones. Cada sección describe: diseño, materiales, fabricación, pruebas e inspección de las tuberías.

La sección de ASME B 31, que merecen una atención especial son:

- B 31.1 POWER PIPING
- B 31.3 PROCESS PIPING
- B 31.4 LIQUID PETROLEUM TRANSPORTATION PIPING SYSTEMS

Los códigos aplicados al diseño y fabricación de calderas y recipientes a presión son:

- ASME Sección VIII (Divisiones I y II)
- AD-Merkblatt en normalización DIN

Para recipientes a presión contruidos en España, deberán cumplir además, los requisitos de la “Directiva de la EU 97/23/CE” y del “RD 769/1999”, en lo referente a diseño, fabricación, inspecciones y pruebas.

Adicionalmente, si dicho proyecto se desarrollara en la Unión Europea (U.E.), debería cumplir la Directiva PED-97/23/CE.

Cabe puntualizar, que el código ASME, en lo que afecta a los términos de normativa y alcance de las mismas sobre nuestro proyecto, es sensiblemente más restrictivo que la Directiva Europea.

En las hojas de especificaciones, se indicarán lo márgenes máximos y mínimos de temperatura, fijando las limitaciones en el material a utilizar en tuberías y accesorios.

4. Implantación de equipos

4.1. Introducción

El trabajo de ubicación en planta implica la ordenación física de los elementos industriales; esta ordenación en proyecto, incluye espacios necesarios, mínimos para el mantenimiento del equipo, almacenamiento, servicios y otras actividades.

El trabajo de proyectar una distribución en planta cubre un amplio campo. Puede comprender un lugar de trabajo individual o la ordenación completa de muchas áreas de propiedad industrial, pero en todos los casos se debe planear para lograr una distribución eficiente, que será plasmada en el plano de localización general del equipo.

El plano de localización del equipo está relacionado con el arreglo espacial y tiene una influencia vital en la eficiencia y utilidad de las plantas químicas. Las buenas prácticas de distribución consiguen un balance económico de los requerimientos de seguridad, construcción, mantenimiento, operación, futuras expansiones y las variables de proceso como flujo por gravedad o altura positiva de succión de bombas.

4.2. Consideraciones para la localización de los equipos

4.2.1. Torres

Para la localización de torres de proceso en planta, es necesario considerar tres tipos de líneas:

- Líneas principales de proceso: Tales líneas serán más cortas si las torres son arregladas en la secuencia de flujo de proceso, y tan cercanas unas a otras, como las dimensiones de equipos y espacio para acceso lo permitan.
- Líneas entre equipos asociados: El espaciamiento de las torres depende del número y de las dimensiones de otros equipos conectados a ella. Esto lleva al segundo grupo de líneas en el diagrama de flujo de proceso: líneas que conectan entre sí equipos estrechamente relacionados, tales como salida de fondos a bombas, circuito de reflujo al calentador o líneas de alimentación y de productos terminales.
- Líneas de alimentación de producto de diámetro pequeño. Las torres así pues deben ser localizadas tan cerca como sea posible del rack de tuberías.

El lado anterior de las torres deberá conservarse libre para tener acceso. El lado frontal deberá ser alineado manteniendo un espaciamiento entre ésta y el rack de tuberías. Las torres localizadas en líneas con plataformas conectadas entre sí, son algunas veces preferidas para acceso, mantenimiento y operación adecuada.

Las torres de fraccionamiento son localizadas en una línea de centros común de 3,5 a 4,5 metros alejados del rack de las columnas.

4.2.2. Cambiadores de calor

Los intercambiadores agrupados deberán estar en fila con los ejes de las boquillas, en un plano vertical común, para presentar una apariencia estética y para facilitar los detalles de tubería. Los intercambiadores pueden apilarse, pero nunca deberán ser más de tres si se soportan mutuamente. Los intercambiadores conectados en serie o en paralelo pueden estar situados uno encima del otro hasta alturas de aproximadamente 4 metros.

Cuando se requiera que un cambiador de calor sea removido como una unidad completa para limpieza y arrastre, deberá proveerse de un adecuado espacio en los extremos para desmantelamiento. La mayoría de los cambiadores están localizados con la base aproximadamente 1 metro por encima del nivel del suelo. Los intercambiadores en batería a nivel del suelo suelen estar espaciados 0,9 metros como mínimo.

En la colocación de intercambiadores de calor, se deben tomar en consideración los siguientes puntos:

- Los intercambiadores deberán estar inmediatos adyacentes a otros equipos como los rehervidores y deberán estar localizados cerca de sus respectivas torres, los condensadores deberán estar cerca de sus tanques de reflujo y cercanos a la torre.
- Los intercambiadores deberán estar cercanos a otros equipos de proceso.
- Los intercambiadores, deberán ser colocados entre el equipo de proceso y el límite de batería de la unidad, con objeto de minimizar el recorrido de tuberías a altas temperaturas

4.2.3. Bombas

Normalmente las bombas se localizan tan cerca como sea posible y a nivel del suelo de los recipientes de los que succionan.

Generalmente la elevación será gobernada por el tipo de bomba seleccionada, y en relación del servicio y líquido bombeado. En la medida en que sea posible deberá evitarse que las bombas estén localizadas bajo el nivel del suelo, ya que esto involucra trabajo civil muy costoso y problemas de drenaje. Las bombas localizadas en puntos elevados generalmente causarán problemas de vibración en el diseño de estructuras.

Cuando se tienen varias bombas deberán localizarse de manera que queden alineadas y estéticamente bien distribuidas. Normalmente bajo el rack de tuberías.

En general el equipo mecánico deberá ser colocado de tal forma que su mantenimiento y operación no sea interferido por problemas de acceso.

5. Lista de líneas

5.1. Introducción

En este documento se recogen todas las líneas del P&ID con los siguientes datos: número de línea, especificación, material, espesor, diámetro, número de P&ID, servicio, condiciones de diseño y operación, origen y destino de la línea, tipo de aislamiento y espesor, traceado, presión de prueba, especificación de pintura, notas.

5.2. Objetivo

De acuerdo a las condiciones de operación de cada línea, indicadas en el Anexo (Información de partida), como puede ser el documento PFD, se selecciona entre las especificaciones (B1, B4 y C6) con las curvas presión – temperatura B1, B4, C6, aquella que mejor se adapte a cada una de ellas.

Las especificaciones de tubería, son una herramienta fundamental para el diseñador. Facilitan la labor de selección del rating, accesorios, espesores de tuberías y tipos de válvulas. Ayuda a la correcta selección del tipo de material óptimo para el fluido que se transporta.

Además de las razones descritas anteriormente, las especificaciones de tubería, nos permiten diseñar con calidad, amparados por la seguridad que ofrece la normativa adoptada (ANSI B 31.3 en nuestro proyecto). La incorrecta selección o aplicación de una especificación de tubería (no detectada en la fase de proyecto), puede ocasionar graves daños futuros en la unidad y aunque se detecten, ocasionan importantes modificaciones en la documentación y cambios en los materiales, en ambos casos, con pérdidas económicas considerables.

5.3. Consideración

5.3.1. Datos de partida

5.3.1.1. P&ID

Los P&ID's desarrollan los diagramas de proceso (PFD's) de forma que se definen todos los detalles de construcción y las líneas auxiliares requeridas para la operación de la planta, en general contienen:

- Diámetros, producto, rating, código de la especificación y número de las tuberías.
- Valvulería necesaria y tipo.
- Tamaño y características principales de las conexiones a los equipos. Manifolds de conexión.
- Toda la instrumentación.
- Equipo y líneas que requieren servicios, es decir vapor, aire de planta e instrumentos, nitrógeno etc.

En general el P&ID es el documento básico que se debe utilizar para la realización de los lay outs (planos de planta) detallados de tuberías y diseñar de forma correcta todas las tuberías de la planta.

Los P&ID's de servicios son diagramas específicos de cada producto auxiliar, donde se recoge su distribución y todas las conexiones e interconexiones que posee el sistema con los equipos de proceso.

- Vapor
- Condensado
- Agua Potable
- SCI (Servicio Contra Incendio)
- Aire de planta y aire de instrumentos
- Gas inherente (Nitrógeno)
- Antorcha
- Agua de refrigeración
- Fuel Oil, Fuel gas o Gas Natural para combustible de la unidad
- Redes de drenaje y vaciado de unidad

5.3.2. Especificación B-1 / B-2 / C-6

En la lista de líneas de la unidad UD-600, se dispone de un apartado en el que se debe seleccionar la especificación idónea para cada línea. La selección se procederá en función del tipo de fluido, temperatura y presión, como podemos ver en las curvas de las presiones y temperaturas para las especificaciones de tuberías B-1, B-4 y C-6.

Dependiendo del tipo de fluido y características de las condiciones de ese fluido se establece la especificación idónea (presión y temperatura de diseño debe permanecer por debajo de la línea de presión máxima para que la especificación sea idónea).

Los accesorios de tuberías (pernos, bridas, juntas, etc..) y tuberías ya están preseleccionados para esa especificación elegida para garantizar la operabilidad de los accesorios y tuberías para esa especificación.

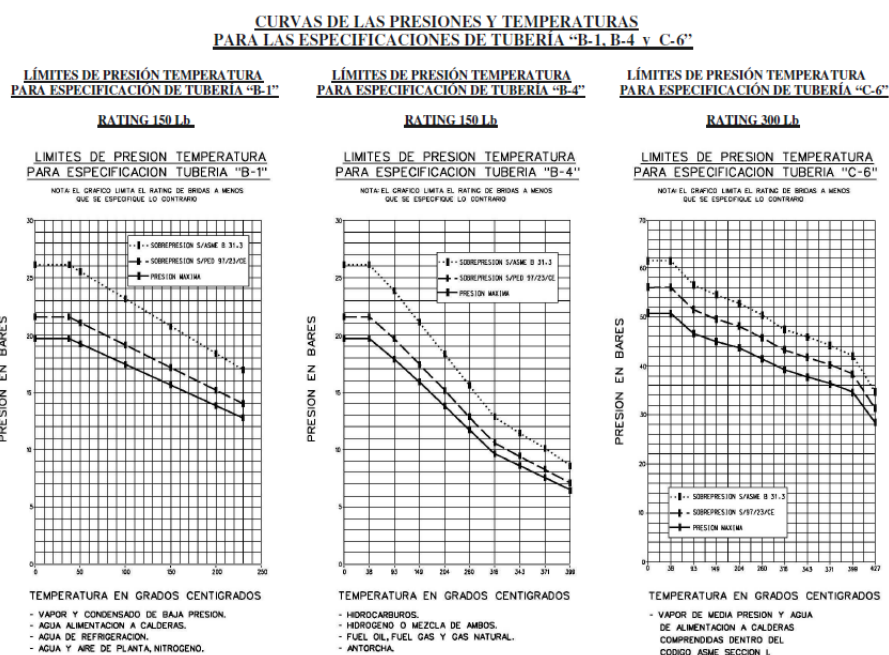


Fig. 1: Curvas de temperaturas y presión para las especificaciones B1, B4 y C6

Las especificaciones B-1 y B-4, son para un rating de 150 #, diferenciándose entre ellas, sólo por la posibilidad de usar válvulas de mariposa en la B-1 y no en la B-4.

Las válvulas de mariposa, debido a sus asientos de elastómero, no pueden ser usadas en especificaciones, donde su temperatura de operación sea superior a 232 °C,

por lo tanto, sólo las emplearemos en las tuberías de agua de refrigeración, aire y nitrógeno, cuyas condiciones de diseño, no rebasen los límites de la especificación. (Ver cuadro inferior derecho de la hoja de especificación correspondiente).

5.3.3. Aislamiento

Se deberá determinar mediante tablas de espesor de aislamiento el espesor idóneo para cada tubería en el caso que la necesitara.

Cabe destacar, que toda tubería con temperatura de operación superior a 60°, debe tener al menos alguna protección personal del tipo de malla protectora si no se requiere de aislamiento.

ESPESORES DE AISLAMIENTO PARA PROTECCIÓN PERSONAL

LANA DE ROCA / LANA DE VIDRIO

Diámetro en pulgadas	INTERVALO TEMPERATURA °C													
	65 100	101 150	151 200	201 250	251 300	301 350	351 400	401 450	451 500	501 550	551 600	601 650		
½ - ¾	30	30	30	30	30	30	30	40	50	60	60	60		
1 - 1 ½	30	30	30	30	30	30	30	40	50	60	60	60		
2	30	30	30	30	30	30	30	40	50	60	70	70		
3	30	30	30	30	30	30	40	40	50	60	70	70		
4	30	30	30	30	30	30	40	50	50	60	80	80		
6	30	30	30	30	30	40	40	50	50	60	80	80		
8	30	30	30	30	40	40	40	50	60	70	80	80		
10	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	80		
12	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	80		
14	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	80		
16	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	100	100		
18	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	100	100		
20	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	100	100		
24 y mayores	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	100	100		
Sup. planas	40	40	40	40	40	40	40	50	70	80	100	100		

Coquilla Lana de Vidrio	Coquilla Lana de Roca	
Manta Lana de Roca 70 kg/m³	Manta Lana de Roca 100 kg/m³	Manta Lana de Roca 125 kg/m³

Fig. 2: Espesores de aislamiento para protección personal

5.3.4. Datos de operación / diseño / prueba

Los datos adquiridos de operación, diseño para la lista de línea, se obtiene por las especificaciones / característica de cada línea o equipo. Los datos de prueba (prueba hidráulica), se obtiene multiplicando los datos de diseño por 1,5, que es la presión a la que se someterá la prueba hidráulica (1,5 veces la presión de diseño).

NOTA: A continuación se adjunta la lista de líneas con sus datos.

REVISIÓN	PROYECTO	IDENTIFICACION DE LA LINEA						CLASIFICACIÓN SEGÚN P.E.D.-97/23/CE (SOLO EN LA U.E.)				AISLAMIENTO			Nº ESQUEMA DE PINTURA (NOTA 6)	EXTREMOS DE LÍNEA		ESPESOR DE PARED (mm) O SCH. (SOLO CUANDO SEAN CALCULADOS, NO ESTÁNDARES)	MATERIAL EMPERNADO (SOLO CUANDO HAYA VARIAS ALTERNATIVAS EN LA ESPEC.)	UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL (SALVO OTRA INDICACIÓN)										TOLERANCIA DE SOBREPRESIÓN	TUBERÍA ESPECIAL	PLANO DE ISOMÉTRICAS Nº	ISOMÉTRICA Nº	DIAGRAMA MECÁNICO Nº (NOTA 8)	OBSERVACIONES
		DIÁMETRO	SIGLA DEL PRODUCTO O FLUIDO (NOTA 9)	NOMBRE DEL FLUIDO	LÍQUIDO (L), VAPOR (V) O MEZCLA (L/V)	LÍNEA Nº	ESPEC. DE MATERIAL DE TUBERÍA	PRESIÓN DE VAPOR A LA TEMPERATURA MÁX. ADMISIBLE	GRUPO DE FLUIDO	CATEGORÍA (NOTA 10)	CÍRCULO (NOTA 7)	SIGLA	ESPESOR	INCLUYE BRIDAS Y VALVULAS		DATOS DE OPERACIÓN (NOTA 1)				DATOS DISEÑO		DATOS DE PRUEBA													
												VER TABLA	mm	SI/NO		PRESIÓN	TEMPE-RATURA			CAUDAL (NOTA 2)	DENSIDAD (NOTA 3)	VISCOS.	PRESIÓN	TEMPE-RATURA	TIPO	PRESIÓN									
																											kg/cm2	°C	m3/h						
	UZ	8	WFP	AGUAS ÁCIDAS	L	001	B-4					NA	-	NO		LB UD-600 8"-WFP-601-B4	600-C-1	sch 20	A-193 Gr. B7	3,5	25	275	997	0,89	5,6	121	H	8,4							
	UZ	12	PW	AGUA DE PROCESO	L	001	B-4					NA	-	NO		600-C-1	600-G-1B	sch 20	A-193 Gr. B9	3,2	25	272,3	997	0,89	5,6	121	H	8,4							
	UZ	12	PW	AGUA DE PROCESO	L	002	B-4					NA	-	NO		12"-PW-001-B4	600-G-1A	sch 20	A-193 Gr. B10	3,2	25	272,3	997	0,89	5,6	121	H	8,4							
	UZ	8	PW	AGUA DE PROCESO	L	003	B-4					NA	-	NO		600-G-1B	8"-PW-004-B4	sch 20	A-193 Gr. B11	8	25	272,3	997	0,89	9,6	128	H	14,4							
	UZ	8	PW	AGUA DE PROCESO	L	004	B-4					NA	-	NO		600-G-1A	600-E-1A	sch 20	A-193 Gr. B12	8	25	272,3	997	0,89	9,6	128	H	14,4							
	UZ	8	PW	AGUA DE PROCESO	L	005	B-4					H	50	NO		600-E-1B	600-E-2A	sch 20	A-193 Gr. B13	7,25	108	284,9	953	0,26	10,1	128	H	15,15							
	UZ	8	PW	AGUA DE PROCESO	L	006	B-4					H	50	NO		8"-PW-005-B4	20"-PW-007-B4	sch 20	A-193 Gr. B14	7,25	108	284,9	953	0,26	10,1	128	H	15,15							
	UZ	14/20	PW	AGUA DE PROCESO	L/V	007	B-4					H	80	NO		600-E-2B	600-C-2	sch 20	A-193 Gr. B15	6,5	168	7307,7	37	0,15	9,35	128	H	14,03							
	UZ	6	PW	AGUA DE PROCESO	L	008	B-4					H	50	NO		600-C-2	600-E-3	sch 40	A-193 Gr. B16	1,75	130	59	934,5	0,212	3,9	205	H	5,85							
	UZ	24	PW	AGUA DE PROCESO	L/V	009	B-4					H	90	NO		600-E-3	600-C-2	sch 20	A-193 Gr. B17	1,72	130	36500	1,51	0,013	3,9	205	H	5,85							
	UZ	12	PW	AGUA DE PROCESO	L	010	B-4					H	60	NO		600-C-2	600-G-2B	sch 20	A-193 Gr. B18	1,75	130	285,5	934,5	0,21	3,9	205	H	5,85							
	UZ	12	PW	AGUA DE PROCESO	L	011	B-4					H	60	NO		12"-PW-010-B4	600-G-2A	sch 20	A-193 Gr. B19	1,75	130	285,5	934,5	0,21	3,9	205	H	5,85							
	UZ	8	PW	AGUA DE PROCESO	L	012	C-6					H	50	NO		600-G-2B	8"-PW-013-C6	sch 40	A-193 Gr. B20	15	130	284,2	938,8	0,22	16,5	205	H	24,75							
	UZ	8	PW	AGUA DE PROCESO	L	013	C-6					H	50	NO		600-G-2A	600-E-1B	sch 40	A-193 Gr. B21	15	130	284,2	938,8	0,22	16,5	205	H	24,75							
	UZ	8	PW	AGUA DE PROCESO	L	014	C-6					NA	-	NO		600-E-1A	LB UD-600 8"-PW-601-C6	sch 40	A-193 Gr. B22	14,5	46,5	268,1	995	0,734	10,1	128	H	15,15							
	UZ	4	PW	AGUA DE PROCESO	L	015	B-4					H	40	NO		600-E-4	600-C-2	sch 40	A-193 Gr. B23	1,1	121	33,7	942	0,23	6,7	205	H	10,05							
	UZ	3/4	PW	AGUA DE PROCESO	L	016	B-1					NA	-	NO		600-G-1A	VENT. ATM.	sch 80	A-193 Gr. B24	1	25	-	997	0,89	9,6	128	H	14,4							
	UZ	3/4	PW	AGUA DE PROCESO	L	017	B-1					NA	-	NO		600-G-1B	VENT. ATM.	sch 80	A-193 Gr. B25	1	25	-	997	0,89	9,6	128	H	14,4							
	UZ	3/4	PW	AGUA DE PROCESO	L	018	C-6					NA	-	NO		600-G-2A	VENT. ATM.	sch 80	A-193 Gr. B26	1	25	-	938,8	0,22	16,5	205	H	24,75							
	UZ	3/4	PW	AGUA DE PROCESO	L	019	C-6					NA	-	NO		600-G-2B	VENT. ATM.	sch 80	A-193 Gr. B27	1	25	-	938,8	0,22	16,5	205	H	24,75							
	UZ	8	GA	GAS ACIDO	V	001	B-4					NA	-	NO		600-E-4	LB UD-600 8"-GA-001-B4	sch 40	A-193 Gr. B29	1,1	121	3983,4	1,16	0,013	6,7	60	H	10,05							
	UZ	1	P	HIDROCARBUROS	L	001	B-4					NA	-	NO		600-C-1	LB UD-600 1"-P-601-B4	sch 80	A-193 Gr. B31	3,2	25	3,5	780	8	5,6	121	H	8,4							
<div><div><div>NOTAS:</div><div>1: REFLEJESE LOS DATOS QUE SE INDICAN EN LA INGENIERIA BASICA EN EL BALANCE TERMICO Y DE MATERIA (INDICE DE LINEAS DE PROCESO).</div></div><div><div>2: EL CAUDAL SE EXPRESARA A CONDICIONES DE PRESION Y TEMPERATURA EN LAS SIGUIENTES UNIDADES: LIQUIDO Y GAS: m3/h VAPOR: kg/h FASES MIXTAS: SE INDICARÁ EL VALOR DE CADA FASE</div><div>3: LA DENSIDAD SE EXPRESARÁ A CONDICIONES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA DE OPERACIÓN. 4: INDIQUESE EL PORCENTAJE DE SOBREPRESIÓN PERMITIDA POR ENCIMA DE LA PRESIÓN DE DISEÑO.</div></div><div><div>5: SE INDICARA EL Nº DE PLANO DE DATOS DE LIMITES DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS ESPECIALES. EJEMPLOS DE TUBERÍAS ESPECIALES: A) TUBERÍAS NO CUBIERTAS POR ESPECIFICACIONES ESTÁNDARES DE MATERIALES</div><div>6: INDICAR EL NUMERO DE ESQUEMA DE PINTURA..</div></div><div><div>7: IDENTIFICACION DEL CIRCUITO CONSIDERADO COMO EQUIPO A PRESION PARA LA OBTENCION DE LA DECLARACION DE CONFORMIDAD Y MARCADO CE, DEL QUE FORMA PARTE LA LINEA.</div><div>8: SE CONSIGNARA EL NUMERO DE HOJA DEL PLANO DE DIAGRAMA MECANICO EN EL QUE NACE LA LINEA. 9: PARA SIGLAS DE PRODUCTOS O FLUIDOS CONSULTAR PLANO INDICADO EN EL CAJETN DE TITULO DE ESTE PLANO (A COMPLETAR EN CADA CASO).</div></div><div><div>10: SE INDICARA SEGÚN CORRESPONDA: I: PARA CATEGORIA I II: PARA CATEGORIA II III: PARA CATEGORIA III NA: NO APLICA LA DIRECTIVA NR: NO REQUIERE MARCADO CE SEGÚN ART.3.3 DEL PED.</div></div></div>																																			
											REALIZADO	FMN		FICHERO PLANO	LISTA DE LÍNEAS UD-600						UNIVERSIDAD DE CÁDIZ		-PROYECTO FINAL -												
										APROBADO			CONTRATISTA																						
1													PROYECTO																						
REV.			DESCRIPCIÓN		FECHA	REAL.	APROB.	Vº Bº CLIENTE					UZ-TF-2014	HOJA DE SIGLAS DE FLUIDOS EN PLANO Nº:						ANEXO 600	ESP. L	Nº DE PLANO		HOJA											
														Fichero Nº:	UZ-TF-600-L-0600.xls	Rev.:	1	Fecha:	2014	Realiz.:	FMN	Revis.:		Aprob.:	Nº	UZ-TF-600-L-0600		1 DE 3							
														Fichero Nº:		UZ-TF-600-L-0600.xls	Rev.:	1	Fecha:	2014	Realiz.:	FMN	Revis.:		Aprob.:	Nº	UZ-TF-600-L-0600 hoja 1 de 3								

NOTAS: 1: REFLEJESE LOS DATOS QUE SE INDICAN EN LA INGENIERIA BASICA EN EL BALANCE TERMICO Y DE MATERIA (INDICE DE LINEAS DE PROCESO).		2: EL CAUDAL SE EXPRESARA A CONDICIONES DE PRESION Y TEMPERATURA EN LAS SIGUIENTES UNIDADES: LIQUIDO Y GAS: m3/h VAPOR: kg/h FASES MIXTAS: SE INDICARÁ EL VALOR DE CADA FASE		3: LA DENSIDAD SE EXPRESARÁ A CONDICIONES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA DE OPERACION. 4: INDIQUESE EL PORCENTAJE DE SOBREPRESIÓN PERMITIDA POR ENCIMA DE LA PRESIÓN DE DISEÑO.		5: SE INDICARA EL Nº DE PLANO DE DATOS DE LIMITES DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS ESPECIALES. EJEMPLOS DE TUBERÍAS ESPECIALES: A) TUBERÍAS NO CUBIERTAS POR ESPECIFICACIONES ESTÁNDARES DE MATERIALES		6: LINEAS DE HIDROCARBUROS O FLUIDOS TÓXICOS A TEMPERATURA < 32 °F Y PRESIÓN < 1-ATM. C) LINEAS QUE CONTENGAN JUNTAS DE EXPANSIÓN. 6: INDICAR EL NUMERO DE ESQUEMA DE PINTURA..		7: IDENTIFICACION DEL CIRCUITO CONSIDERADO COMO EQUIPO A PRESION PARA LA OBTENCION DE LA DECLARACION DE CONFORMIDAD Y MARCADO CE, DEL QUE FORMA PARTE LA LINEA.		8: SE CONSIGNARA EL NUMERO DE HOJA DEL PLANO DE DIAGRAMA MECANICO EN EL QUE NACE LA LINEA. 9: PARA SIGLAS DE PRODUCTOS O FLUIDOS CONSULTAR PLANO INDICADO EN EL CAJETIN DE TITULO DE ESTE PLANO (A COMPLETAR EN CADA CASO).		10: SE INDICARA SEGUN CORRESPONDA: I: PARA CATEGORIA I II: PARA CATEGORIA II III: PARA CATEGORIA III NA: NO APLICA LA DIRECTIVA NR: NO REQUIERE MARCADO CE SEGUN ART 3.3 DEL PED					
						REALIZADO	FMN		FICHERO PLANO	NOMBRE ANEXO / TITULO DEL PLANO LISTA DE LÍNEAS UD-600 HOJA DE SIGLAS DE FLUIDOS EN PLANO Nº:				UNIVERSIDAD DE CÁDIZ		- PROYECTO FINAL -			
						APROBADO			CONTRATISTA										
REV.	DESCRIPCIÓN		FECHA	REAL.	APROB.	Vº Bº CLIENTE			PROYECTO UZ-TF-2014										
							Fichero Nº:	UZ-TF-600-L-0600.xls	Rev.:	0	Fecha:	2014	Realiz.:	FMN	Revis.:		Aprob.:	Nº	UZ-TF-600-L-0600 hoja 2 de 3

[illegible]

6. Routing

6.1. Introducción

El routing de tuberías preliminar de la planta, es un sketch de ubicación en la planta de proceso del sistema de tuberías que tenemos representado en el PFD.

El routing es un documento fundamental para definir la ingeniería de detalle, espacios físicos, costes, valoraciones, mediciones, etc.

En concreto un routing servirá para:

- Procesos: Determinar pérdidas de carga y diseñar los lazos de control mediante la determinación de longitud equivalente de cada línea.
- Obra civil: Disposición de líneas para cálculo de cargas preliminares y prediseño de cimentaciones.
- Electricidad: Determinar la situación de bandejas eléctricas y posibles plataformas para diseño de fuerza y alumbrado.
- Instrumentación: Situación de lazos de control y de bandejas principales de cables

El routing preliminar debe contener todos los datos relevantes que conozcamos del diseño en el momento en que lo iniciemos, aunque no es necesario llegar a un grado de detalle óptimo que permita el diseño de cada línea. Si bien cuanto más detallado y mejor planteado lo realicemos, más realista será el diseño de rack que

obtendremos en las etapas tempranas y la información proporcionada al equipo de proyecto, será más veraz y precisa, lo que redundará en un a mejor y mayor calidad en el diseño preliminar y por tanto, menores potenciales errores durante el proyecto.

Como podemos ver la elaboración del routing, es fundamental como primer paso de un proyecto de tuberías y será una tarea a la que deberemos dedicar bastante tiempo y en la que merece la pena trabajar en profundidad por las implicaciones que tiene.

6.2. Consideraciones

- Cuanto mayor sea el grado de detalle en el routing, mayor facilidad para confeccionar la planta de tuberías en la ingeniería de detalle. El grado de definición del routing dependerá de la fase en la que se encuentre el proyecto.
- Se incluye en el routing las líneas de proceso y las de servicio.
- Se colocarán las líneas de mayor diámetro y temperatura lo más próximas posibles a los pilares del rack. Éstas líneas son las primeras que se incluye en el routing y actuarán como restricción en el trazado de las de pequeño diámetro.
- Las tuberías, deben cambiar de elevación en el rack, cuando cambie de dirección, para no hipotecar pistas y evitar interferencias.
- Se optimizará al máximo el espacio ocupado por las tuberías en el rack.
- No se instalarán tuberías sobre las proyecciones de los pilares del rack (espacios previstos para futuras ampliaciones por niveles).

- Los colectores de servicios, transcurrirán por el centro en racks de un solo nivel, y por el superior en el caso de tener varios niveles. Las conexiones de ramales se realizan por la generatriz superior.
- Todas las tuberías, entran y/o salen de la Unidad de Proceso por un único Límite de Batería (LB) para favorecer el aislamiento de la planta y centralizar las conexiones con los racks exteriores.
- Se tendrá en cuenta espacios para bandejas de instrumentos y/o eléctricas y contemplar un % para reservas futuras.
- Un buen diseño del rack ahorra significativamente los costes de montaje de tuberías, es rentable dedicar horas de ingeniería para diseñar una buena distribución de las líneas.
- El routing es un documento “vivo” que se debe ir actualizando en función de la información que se vaya generando en el proyecto. Se parte de un routing preliminar y se debe finalizar con un lay-out de tuberías (no se considera un plano constructivo).

7. Diseño del rack

7.1. Introducción

El rack de tuberías es el elemento estructural y de soporte que transporta todas las líneas de proceso y servicio principales que conectan las diferentes áreas distantes de la planta y los equipos instalados en ellas. En él se instalan los colectores de recogida de

descargas hacia la antorcha, los colectores de blowdown, todas las líneas que salen y entran a la planta, las líneas para uso general de utilities, que suministran el vapor, el aire de planta e instrumentos, el agua de refrigeración, Fuel Oil o Fuel gas para combustible, el gas inerte a la planta, etc.

Las bandejas generales de cables eléctricos y de instrumentos, también se soportan sobre esta estructura; las cajas de conexiones se instalan en sus pilares, así como las estaciones de control, las estaciones de servicio y los cabezales de vapor y condensado para traceado de las tuberías.

Debe tener una ubicación estratégica dentro de la Unidad de Proceso, de forma que permita el tendido ordenado y óptimo de las tuberías, aspectos muy importantes que redundarán positivamente en los costos de la instalación debidos a: soportación, materiales necesarios y montaje de los mismos. La situación del rack, también influirá en el aprovechamiento de espacios libres de la Planta y en su ergonomía.

Existen diferentes tipos de racks de tuberías, y en general, para clasificarlos en las diferentes tipologías, se utiliza su elevación relativa respecto al suelo o pavimento y su situación con respecto a la planta de proceso.

7.2. Piperack

En el piperack, la tubería se instala en elevación y generalmente está apoyada en estructuras de acero u hormigón. Este tipo de racks puede ser de 1 o varios niveles en función del espacio disponible y del número de tuberías que deben transcurrir por él.

Es el recomendado para soportar las instalaciones de tubería dentro de Unidades (in - sites), aunque también puede adoptarse para instalaciones exteriores (off-sites).

7.3. Pipetrack

En el pipetrack, la tubería se instala por encima del suelo o pavimento apoyada en durmientes (sleepers) de hormigón en el nivel del suelo. Generalmente se utilizan en las áreas de off-sites (fuera de unidades) donde los equipos están suficientemente distanciados y las longitudes y espacios son grandes. Normalmente tendrá un único nivel de tuberías ya que en este tipo de racks el espacio no suele ser el limitante para la instalación, aunque también se pueden disponer en dos niveles.

7.4. Tubería en Canal Visitable (coordinación con Obra Civil)

En este tipo de racks enterrados, las tuberías se instalan bajo el nivel del suelo y se colocan en galerías visitables, que normalmente están construidas en hormigón, con tapas desmontables para que se pueda acceder a las tuberías de forma relativamente fácil.

Su construcción es costosa y generalmente indeseable; pero para ciertos tipos de instalaciones es obligatoria su utilización, como colectores de vaciado de unidades, colectores de drenaje, colectores de carga de la unidad, etc. que deben ser diseñados con pendiente continua y siempre por debajo de los equipos a los que están interconectados.

7.5. Tubería en zanja Enterrada (coordinación con Obra Civil)

Tuberías directamente instaladas bajo el suelo en una zanja. Esta zanja se debe diseñar de forma que se minimice la agresión que puedan sufrir las tuberías, tendiendo una capa de arena fina para evitar dañar la protección exterior de las tuberías durante su montaje y que puedan ser inicio de corrosión.

Debido a que su montaje y mantenimiento es costoso y generalmente a que la naturaleza del suelo es corrosiva, este método de instalación únicamente se utiliza para redes de recogida de aguas pluviales y drenajes o para la instalación de tuberías en áreas urbanizadas.

7.6. Información requerida para el diseño del rack

7.6.1. Especificación de diseño

Previamente a la implantación y diseño de un rack, se debe definir una serie de bases de diseño, que serán acordadas entre el equipo de dirección del proyecto y el cliente a fin de establecer las premisas para diseñar los sistemas de tuberías correctamente. Los criterios que se deben definir son:

- Límite de la batería, valvulería a utilizar y requisitos de espacio.
- Escaleras y plataformas para acceso a las válvulas manuales y de seguridad, discos reversibles e instrumentos instaladas sobre el piperack.
- Espacio libre de cabecera mínimo y gálidos bajo la primera bandeja del rack, así como separaciones entre los pórticos dentro de área de la planta.

- Utilización de piperacks secundarios para conexión con otras instalaciones y accesos secundarios al área de proceso.
- Vías de acceso principales a la planta para maquinaria de mantenimiento y montaje. Disposición de grúas en la planta para acceso a equipos con mantenimiento periódico.
- Criterios para la instalación de equipos sobre el rack, tales como desgasificadores térmicos, aircoolers, etc.
- No situar líneas o soportes, sobre la proyección de los pilares del rack, de forma que impidan una futura ampliación vertical del mismo.
- Estándar que se utilizará para definir el espacio mínimo libre entre ejes de tuberías con y sin aislamiento en piperacks.
- Requisitos de espacio libre y de manipulación para la operación y montaje de los equipos colocado bajo piperacks.
- Requisitos de seguridad y operación que afectan el diseño del piperack y de la estructura de soporte. Tales como criterios de resistencia al fuego, cargas vivas, etc.
- Localización de las líneas de agua de refrigeración en el piperack o bajo tierra.
- Tubería en galería visitable si la hay.

7.6.2. Evaluación de la información

Una vez recopilada la información preliminar de proyecto, se procederá a realizar el diseño del rack en el área de trabajo que puede ser en el interior de unidades (On - sites) o en el exterior de unidades (Off-sites), para ello se llevarán a cabo los siguientes pasos:

7.6.2.1. Evaluación inicial

Para iniciar el diseño del rack, se debe partir utilizando la información contenida en el Plot Plan y los diagramas de proceso (PFD's). Utilizando estos documentos el diseñador procederá a hacer una selección preliminar de cuáles son las líneas principales de la planta y de mayores diámetros, determinará sus condiciones de operación y si requieren materiales especiales. También determinará las líneas que requieren consideraciones especiales para el funcionamiento del proceso (líneas con longitudes máximas por pérdidas de carga, líneas que requieren trazados sin bolsas, líneas a temperaturas críticas, etc.). También debemos distinguir las líneas que deben interconectar tubuladuras de equipos adyacentes de forma directa sin ramificaciones.

Las líneas identificadas del ejercicio anterior son por las que se comenzará a implantar el rack, y se situarán como maestras en el piperack de forma que el resto de líneas se situará en función del espacio dejado por la posición de este tipo de tuberías.

Para realizar la implantación preliminar o routing se debe realizar una impresión del plot plan de los equipos y sobre este se situarán las líneas anteriormente identificadas por los trazados que sean más económicos y óptimos .

En este punto también es conveniente estimar el trazado de algunas de las líneas principales de servicios (trabajo que se realizará en coordinación con el departamento de procesos), ya que líneas como la de antorcha o distribución de agua de refrigeración pueden ser de grandes diámetros y nos interesará localizarlas en etapas previas, de forma que posteriormente no debamos replantear el diseño por su omisión en la primera etapa.

Se debe establecer y fijar previamente la sección por dónde discurrirán las bandejas generales de cables eléctricos y de instrumentación, para determinar qué espacio adicional del rack se requiere para la instalación de estas bandejas.

También debemos decidir si se destinará un espacio del rack para “pistas quemadas” (que son pistas del rack por las que las líneas sólo discurren en determinadas alineaciones y ocupadas parcialmente), como son las líneas que salen de fondo de equipos e interconectan con aspiración de bombas.

La suma de estas acciones proporciona una idea visual preliminar del espacio del piperack requerido. Además las líneas contenidas en esta primera disposición, serán las maestras de diseño y su disposición será casi definitiva durante todo el proyecto, siendo el resto de tuberías las que se adaptarán a ellas.

Como producto de esta etapa, se obtendrá el routing de tuberías preliminar de la planta, que es uno de los entregables fundamentales de la ingeniería de tuberías y servirá para que todas las especialidades puedan iniciar su trabajo.

7.6.2.2. Identificación de los elementos a instalar en el rack

Los elementos que debemos instalar en el rack, serán fundamentalmente líneas de proceso y de servicios y bandejas de cables eléctricos y de instrumentación. No obstante ciertos tipos de tubería requieren una consideración especial y a continuación enumeraremos sus características para que sean tomadas en cuenta desde el inicio del diseño.

7.6.2.3. Líneas de proceso

Se instalarán a lo largo del rack todas las líneas de proceso con las siguientes características:

- Líneas que interconectan directamente tubuladuras de equipos de proceso que están ubicados con una separación mayor de 4 metros (los equipos que se encuentren por debajo de esta distancia pueden interconectarse directamente en el interior del área de tuberías sin necesidad de apoyarse en el rack).
- Líneas de productos que trasiegan desde los recipientes, intercambiadores de calor o bombas hacia el límite de batería de la unidad.
- Líneas de alimentación o de carga que entren en la unidad desde los offsites, transcurrirán a lo largo del rack antes de conectar con el equipo de proceso, (hornos, cambiadores, recipientes de acumulación o bombas de aumento de presión).

7.6.2.4. Líneas de servicio

Los colectores de servicio tales como el agua de refrigeración, combustibles (Fuel oil y Fuel gas), Aire de instrumento, Gas inerte (Nitrógeno), Vapor y condensado, etc. se instalarán en el rack. Debido a que estos colectores dan servicio a los diferentes equipos de la planta, es conveniente que estas tuberías se sitúen en todo el largo del rack, desde el límite de batería hasta la parte final, de forma que sólo sea preciso realizar las ramificaciones a los equipos desde estos y sea fácil su conexionado. Así también, los servicios estarán disponibles para futuras ampliaciones de la Unidad.

7.6.2.5. Colectores de antorcha

Las líneas individuales de descarga de válvulas de seguridad, las líneas de la purga de gases y en general todas las líneas que conectan al colector de antorcha, deben diseñarse de forma que sean autodrenantes y dispongan de pendiente continua desde su inicio hasta el colector.

El colector de antorcha, a su vez, llevará pendiente continua hacia el K.O. Drum (separador de líquidos), asegurando la inexistencia de líquidos en el interior de este tipo de tuberías, que podrían ser causa de contrapresiones y golpes de ariete.

Para conseguir este diseño, las líneas deben conectar siempre a 45° en la dirección de flujo por encima del colector principal y continuar con pendiente continua mínima del 5 ‰ hasta la válvula de seguridad. Para eliminar las bolsas y obtener la pendiente requerida hacia el KO Drum o el límite de batería, algunos subcolectores y colectores de antorcha deben disponerse por encima del rack en una elevación exclusiva para este colector.

7.6.2.6. Bandejas de cable eléctricas y de instrumentación

Normalmente, las bandejas generales de distribución de cables eléctricos o de instrumentación se apoyan en el piperack, ocupando una pista o varias en toda su longitud, no obstante normalmente es preferible el diseño de unas ménsulas laterales para no hipotecar pistas existentes en el rack. Por tanto para que el diseño de las tuberías sea óptimo, el espacio requerido por estas bandejas debe asignarse desde el principio. Otra posibilidad es la instalación de las bandejas de cables en vertical en los laterales del rack aunque no es muy recomendable si estas son de ancho mayores de 400-500mm ya que pueden dificultar el trazado de las tuberías de entrada y salida del rack.

Debido a la posibilidad de interferencias magnéticas e inducciones entre las bandejas eléctricas y las señales de comunicación, al proceder a la asignación de pistas para cada una de estas, se tendrá especial cuidado en situar las bandejas eléctricas y de instrumentación lo más separadas posible. Siempre se deberá tener en cuenta las recomendaciones de los departamentos de electricidad e instrumentación para establecer las distancias mínimas, disposiciones, radios de curvatura, etc.

Normalmente en plantas donde existe riesgo de incendio y/o explosión, las bandejas eléctricas no se suelen situar en el rack y es normal que los cables se tiendan en una zanja enterrada central de distribución. Por tanto debemos chequear con el departamento eléctrico la necesidad de disponer de una bandeja de cables eléctricos.

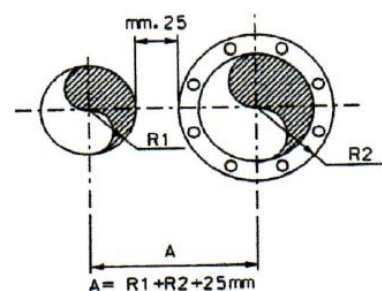
7.7. Separación entre líneas

Se obtendrá la separación mínima entre tuberías mediante la siguiente tabla. La distancia mínima siempre permite poner una válvula bridada en cualquier de las dos tuberías sin que ambas se toquen.

DIAM.	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"
1"	105													
1 1/2"	120	125												
2"	125	130	140											
3"	145	155	160	175										
4"	170	175	180	195	210									
6"	200	210	215	230	240	270								
8"	235	240	245	260	275	300	325							
10"	265	270	280	295	305	330	360	385						
12"	305	310	315	330	345	370	395	425	450					
14"	335	340	345	360	375	400	425	455	480	495				
16"	365	375	380	395	405	435	460	485	510	525	550			
18"	400	405	410	425	440	465	490	520	545	560	585	610		
20"	430	435	445	460	470	495	525	550	575	590	615	640	665	
24"	500	505	510	525	540	565	590	620	645	660	685	710	735	785

150 LB + 300 LB

150 LB + 300 LB



- 1.- A LAS DISTANCIAS INDICADAS, HAY QUE SUMARLE EL ESPESOR DE AISLAMIENTO DE LA TUBERIA DE MENOR DIAMETRO.
- 2.- PARA LAS TUBERIAS ENTERRADAS, LA DISTANCIA ENTRE EJES, SERA LA SUMA DE LOS RADIOS MAS 250 mm.

Fig. 3: Separación entre líneas

8. Orientación de conexiones de equipos

En este apartado se deberá abordar la orientación de los equipos C-1 , C-2, E3 y determinar los espesores de fondos y virolas de los equipos C-1 y C-2.

8.1. Consideración

Para la orientación de los equipos, se deberá instalar bocas de hombre, se orientará adecuadamente las tubuladuras correspondientes a la torre y su drenaje. Se instalará los stands pipes correspondientes para la medida de nivel, etc.

9. Diseño de colectores en rack y detalles

9.1. Consideración área 1

Se deberá de disponer las líneas de tuberías de tal forma que tengamos un buen diseño y aprovechamiento del espacio en el rack

9.1.1. Límite de Batería

Normalmente, en el L.B. de las unidades, todas las líneas de proceso y servicios (excepto la de antorcha FL), tienen doble válvula de aislamiento, con disco reversible y purga intermedia.

En caso de reparación, mantenimiento, conexiones, limpiezas, etc., sobre las tuberías o colectores, es necesario asegurar la estanqueidad completa de las tuberías.

Esto, solamente está garantizado, mediante la colocación de un disco ciego.

Para la colocación de un disco reversible, desde la posición "pasante" a la de "ciego", se realiza en el siguiente orden:

- 1). Cerrar las dos válvulas de bloqueo.
- 2). Purgar y depresionar el tramo que queda entre las dos válvulas, mediante el drenaje.
- 3). Cambiar la posición del disco reversible, desde la posición de pasante a ciego.
- 4). Antes de realizar cualquier trabajo mecánico sobre la tubería, sería necesario realizar previamente una limpieza de la misma.

Es muy correcto diseñar un L.B., como el que se representa. Es decir: Válvula de bloqueo en la bajada de tuberías / Plataforma elevada sobre las tuberías para accionamiento / discos reversibles + válvulas de bloqueo en la subida de tuberías hacia el rack exterior.

En cualquier caso, el diseño adoptado, debe contemplar el acceso a todos las válvulas y accesorios, excepto para la válvula del colector de FL. Este colector, al no poder contener bolsas ni puntos bajos, su válvula de aislamiento, estaría situada a una altura tal, que sería necesaria una plataforma individual para su.

Por seguridad, la válvula de aislamiento del colector de FL, tendrá su vástago en posición horizontal o por debajo de dicho plano. Por una posible rotura del elemento de unión entre el husillo y la cuña de obturación, la válvula siempre deberá quedar en posición de abierta.

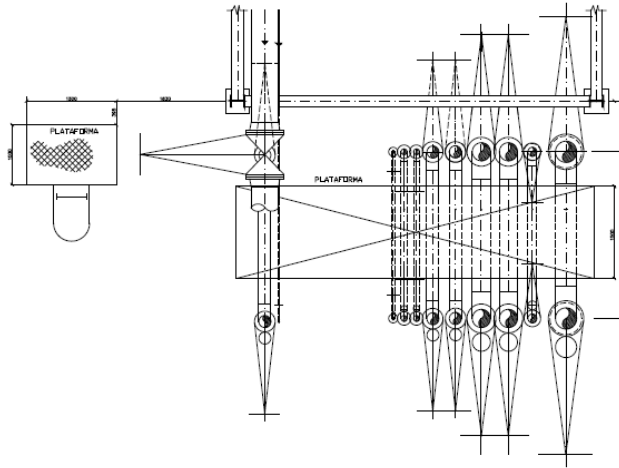


Fig. 4: Límite de batería

10. Sistema de carga unidad (600-C-1-600-G-1)

10.1. Consideración área 2

Una de las consideraciones importantes en esta área, es el agrupamiento de las líneas del recipiente C-1, ya que al agrupar gran parte de las líneas, facilitará y ahorrará presupuesto en la futura soportación de dichas líneas.

Como se indica en los datos de partida, es recomendable dejar un espacio libre para paso de aprox. 1500 mm. en los límites de batería de la unidad (L.B.) y en el área de mantenimiento.

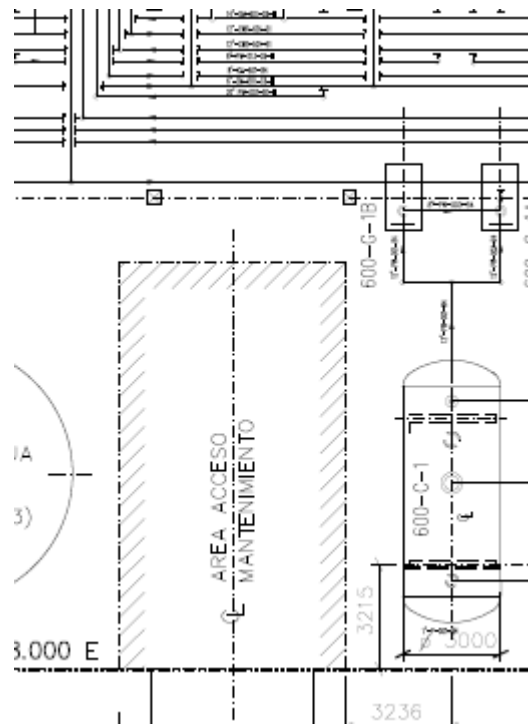


Fig. 5: Zona mantenimiento y recipiente C-1

11. Sistema de calentamiento (600-E-1 y 600-E-2)

11.1. Consideración área 3

11.1.1. Bypass (zona intercambiador)

A continuación, se representa la disposición que mejor se ha considerado para el diseño del bypass, esta zona del área de calentamiento de la unidad UD-600 es la de mayor complejidad.

Las dos válvulas señaladas en la imagen se han ubicado en paralelo y a la mínima distancia posible para que el operario de planta cuando se disponga a cerrar el bypass pueda realizarlo lo más rápido posible para no perjudicar la integridad de nuestro sistema.

[illegible]

31

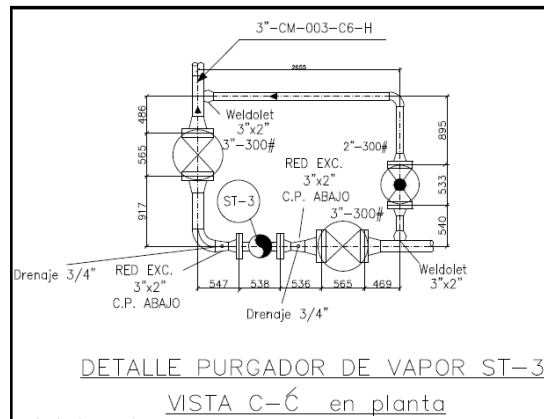


Fig.7 : Detalle purgador de vapor ST-3

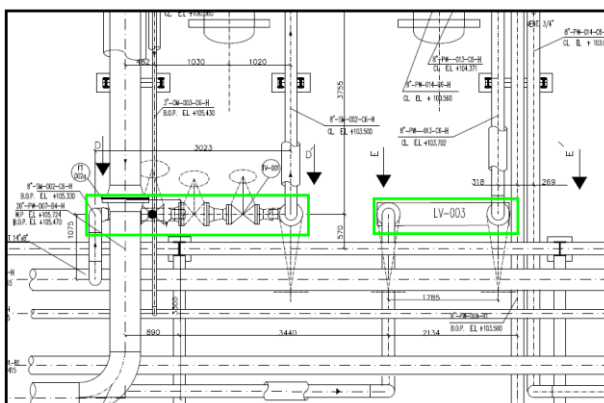
11.1.3. Estación de control TV-001 / LV-003

Se tendrá que tener en cuenta como norma indiscutible reservar como mínimo 900 mm de espacio libre (espacio libre para paso).

Como buena práctica en el diseño de tuberías, siempre que las condiciones favorezcan la unidad, se intentará disponer la estación de control junto a algún pilar de nuestro rack, con esta práctica ahorraremos espacio y no adjudicaremos espacio innecesario o no cortaremos el paso. Como se ve en la siguiente imagen, la estación de control TV-001 se ha instalado junto al pórtico número 3, en cambio la estación de control LV-003 no ha sido posible ubicarla junto al pórtico número 2 ya que las disposiciones de las líneas no lo permiten.

En el caso de la estación de control TV-001, es inevitable el trazado con formación de bolsas ya que se opera a nivel del suelo.

Como se indica en el P&ID, en el tramo de entrada a la estación, se colocará un pozo de goteo. El condensado se conducirá hacia una trampa de vapor (purgador) donde se extraerá y se conducirá al colector de condensado de vapor, para su posterior reutilización en el sistema de vapor.



11.1.4. Placa de orificio FT-002a

En la línea de 20"-PW-007B4-H (transfer line) se instalará una placa de orificio tal que se encuentra definido en el P&ID, Tener en consideración que esta línea no debe tener puntos bajos y que debe ser autodrenante hacia el E-2B, por lo que debe tener pendiente y se instalará una reducción excéntrica con la cara plana abajo (cercano a la entrada del intercambiador), si se instala una reducción concéntrica, en el fondo de la reducción se acumularán los condensados y no favorecerá el proceso.

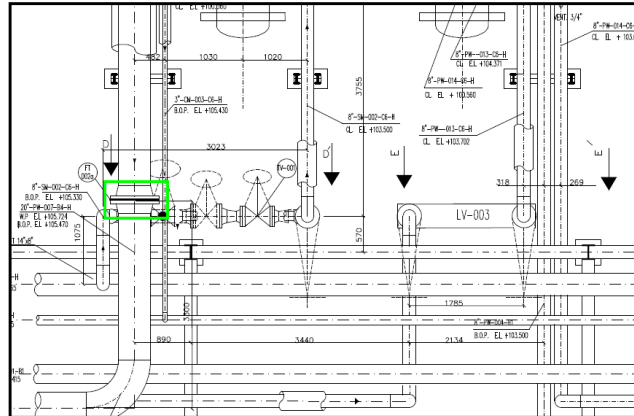


Fig.8 : Detalle placa de orificio área 3

El cálculo de la placa de orificio, no está en el ámbito del diseñador de tuberías, por lo que se recomienda aplicar las distancias tomadas desde la última soldadura y en sentido del flujo, de 15 Di antes de la placa y 5 Di después de la misma.

Por los mismos motivos expuestos anteriormente, hemos considerado innecesario y prescindible para la realización de los lay-outs, dar los datos correspondientes al valor de “ β ” ni del diámetro del orificio de la placa “d”.

Sólo como información, tomando como referencia las “Distancias en Tramos rectos (Placas de Orificio)”, podríamos considerar:

- Para el FE-002a, el Detalle 11 de dicho plano (distancias J y H) para un $\beta = 0,7$
- Para el FE-002b, el Detalle 1 de dicho plano (distancias A y H) para un $\beta = 0,65$

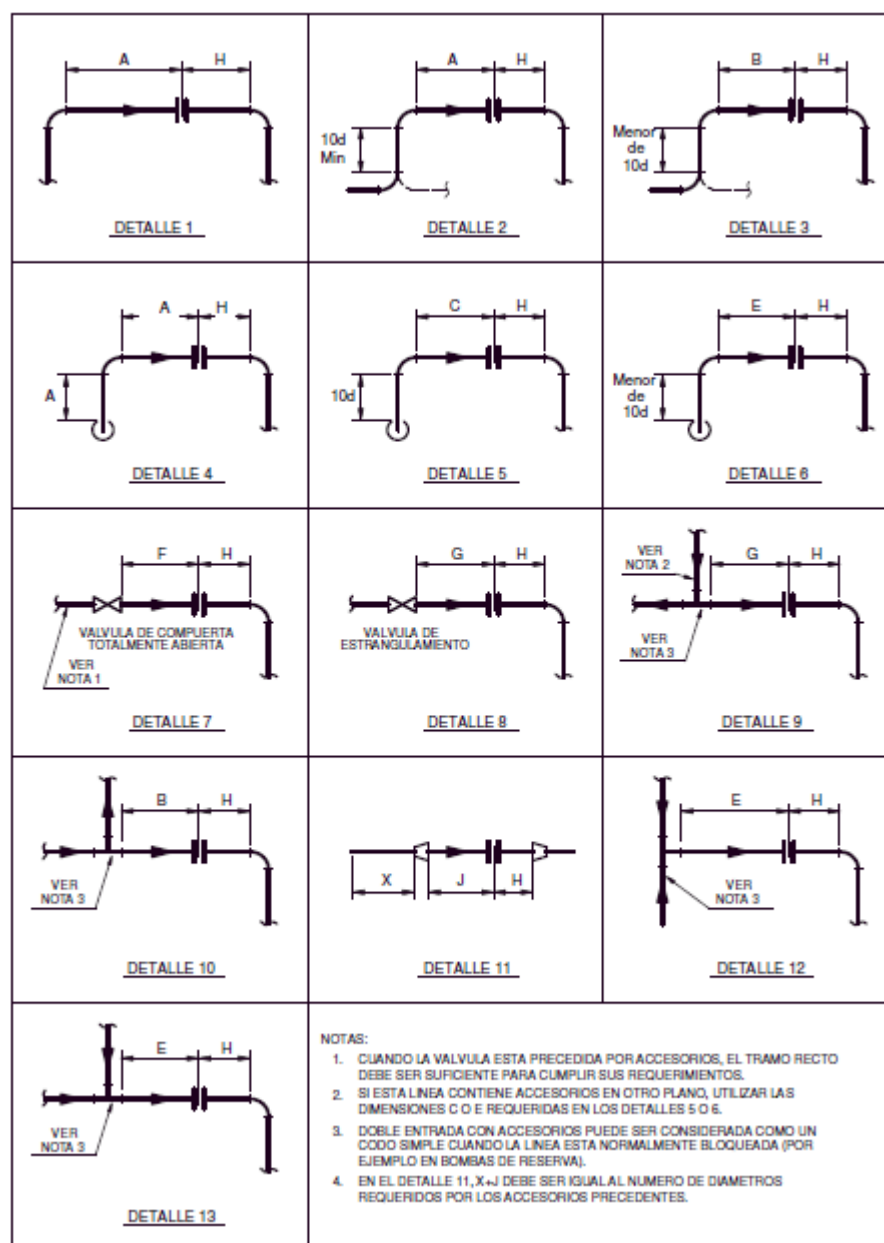


Fig.9 : Detalles distancias placa orificio

12. Sistema de stripping (600-C-2-600-G-2)

12.1. Consideración área 4

12.1.1. Estación de control FV-002 / LV-004

En consideración a las dos estaciones de control (de vapor y de condensado) , se ha ubicado junto al reboiler 600-E-3 para ahorrar espacio y no hipotecar espacio innecesario, también tener en cuenta que para instalar las estaciones de control, se ha tenido en cuenta las distancias para instalar la placa de orificio ($5D_i + 15D_i$), y las toberas del reboiler se han orientado especialmente para instalar adecuadamente las estaciones.

En el caso de la estación de control FV-002, es inevitable el trazado con formación de bolsas ya que se opera a nivel del suelo.

En ese punto bajo, se acumula el condensado y es imprescindible extraerlo de la corriente de vapor, para evitar golpes de ariete y mantener vivo el calor latente del vapor.

Como se indica en el P&ID, en el tramo de entrada a la estación, se colocará un pozo de goteo ST-3. El condensado se conducirá hacia una trampa de vapor (purgador) donde se extraerá y se conducirá al colector de condensado de vapor, para su posterior reutilización en el sistema de vapor. Uno de los purgadores que sea capaz de desalojar un gran caudal de condensado, es el del tipo "boya o flotador". Como indica el P&ID, el ST-3, debe ser de DN 2"-300 #

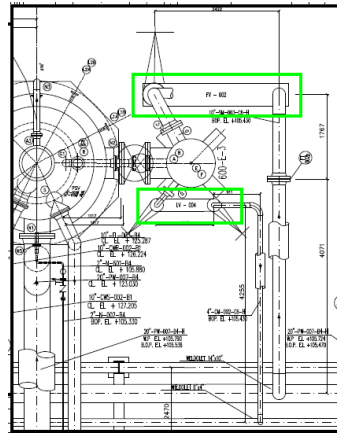
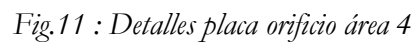


Fig.10 : Detalles estaciones de control área 4

12.1.2. Placa de orificio FT-002b

En la línea de 10"-SM-003-C6-H (vapor de media) que transcurre la línea 14"-SM-001-C6-H hacia el reboiler 600-E-3, se instala de acuerdo al P&ID una placa de orificio teniendo en consideración los datos de partida de la placa de orificio instalada en el área 4 de calentamiento.

El cálculo de la placa de orificio, no está en el ámbito del diseñador de tuberías, por lo que se recomienda aplicar las distancias tomadas desde la última soldadura y en sentido del flujo, de 15 Di antes de la placa y 5 Di después de la misma.



13.1. Introducción

En este proyecto nos centraremos en el estudio de stress de la línea más importante de la unidad, que es la transfer line (20'' – PW-007-B4-H).

13.2. Objetivo

Los objetivos del análisis de flexibilidad se pueden resumir en dos tareas:

❖ **Asegurar la integridad estructural del sistema:**

Esto involucra el cálculo de las tensiones internas producto de unas cargas de diseño que actúan sobre éste.

Los códigos internacionales proporcionan requerimientos mínimos para el análisis, pero más importante aún, definen los límites admisibles de las tensiones a la que pueden estar sometidos los sistemas.

Garantizando que los valores calculados se encuentren dentro de estos límites, se garantiza que no ocurran agrietamientos o rupturas en las tuberías.

❖ **Garantizar la operatividad del sistema:**

Dar garantía de la integridad estructural de un sistema es simplemente el primer paso y normalmente el más sencillo de conseguir.

El fallo de la tubería por efectos asociados a las tensiones que causen la interrupción de la operación del sistema rara vez ocurre.

En el análisis de un sistema de tuberías, la mayor dedicación del analista debe concentrarse en el análisis de los componentes ajenos a la tubería y que están conectadas a esta.

Los problemas más comunes asociados a un mal análisis de flexibilidad que interrumpen la operatividad del sistema son por ejemplo:

- Fuga en bridas derramando el producto que lleva la línea. Esto generalmente afecta el entorno de la zona donde se produce la fuga.



Fig.12 : Fuga en brida

- Bloqueo de válvulas producto de deformaciones excesivas o fatiga de sus partes.



Fig.13 : Deformaciones fatigas en válvula

- Problemas de deformaciones excesivas y/o agrietamientos en toberas de recipientes a presión por los efectos de tensiones excesivas localizadas que favorecen el ataque de la corrosión.

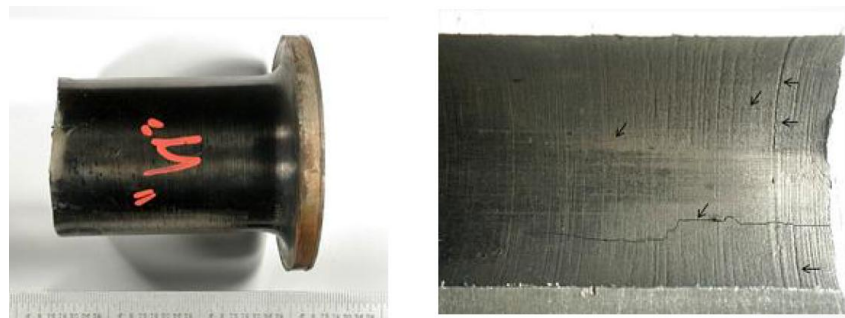


Fig.14 : Agrietamientos en toberas

- Mal funcionamiento o acortamiento de la vida útil de los equipos rotativos por efecto de las cargas transmitidas a través de las conexiones de tuberías. Fatiga por acción corrosiva producto de tensiones excesivas.



Fig.15 : Fatiga acción corrosiva

14. Isométricas y MTO

14.1.Introducción

Las isométricas son unos planos muy importantes dentro del diseño de una planta, al menos lo será para el diseñador de tuberías. Tanto en la isométrica como en el MTO (Material Take Off), se culmina el arduo trabajo del diseñador de tuberías. La isométrica constituye el documento final “constructivo” con el que el contratista metalúrgico tiene que trabajar, por lo que se deberá incluir todos los detalles necesarios con tal precisión, que represente fielmente el trazado de la tubería y que a su vez evite las interpretaciones / desviaciones erróneas durante la fase de construcción.

14.2. Objetivos

Este documento debe incluir todos los tramos acotados, elevaciones, orientaciones, soldaduras y detalles que faciliten y simplifiquen al máximo su comprensión por el montador y que se reduzca al máximo los posibles errores de montaje. A su vez debe incluir con total precisión y detalle, la cantidad, calidad, tipo, dimensiones y norma de los materiales necesarios para el montaje, así como todas las condiciones de diseño de la línea.

En este caso las isométricas realizadas, son las líneas de aspiración e impulsión de las bombas 600-G-1A/B y la línea de salida del 600-E-2B hasta la alimentación de la columna 600-C-2.

Las isométricas realizadas tienen la siguiente numeración incluida en el P&ID:

- Aspiración 600-G-1A/B - 12"-PW-001 y 12"-PW-002
- Impulsión 600-G-1A/B - 8"-PW-003 y 8"-PW-004
- Transfer line 600-E-2B a 600-C-2 - 20"-PW-007

15. Bibliografía

[1] **Máster Ingeniería de Tuberías. Universidad de Zaragoza**

[2] Máster Piping Engineering and Design. Univeristy of San Jorge. InIPED (International Institute of Plant Engineering and Design)

[3] The American Society of Mechanical Engineers. Process Piping. ASME Code for Pressure Piping B31.3. U.S.A.

[4] ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Division 1 y 2.

[5] M.W. Kellog Company, 1956. Design of Piping Systems. John Wiley & Sons.

[6] Peng, L.C. and Peng Alvin, 2009. Pipe Stress Engineering. ASME Press

[7] Helguero, V. 1985. Piping Stress Handbook. Second Edition. Hulf Publishing Company.

[8] Teoría General del Proyecto. Volúmen II: Ingeniería del Proyecto. Autor: Manuel de Cos Castillo Editorial SINTESIS.

[9] Project Management. A sistemas approach to planning, scheduling and controlling. Autor: Harold Kerzner, Ph. D. Editorial: Wiley

[10] Bausbacher E., Hunt R., “Process Plant Layout and Piping Design”; Prentice Hall (1993).

[11] Botermans R., Smith P., “Process Piping Design Handbook: Volume 2, Advanced piping design”; Gulf Publishing Company (2008).

[12] Gülich JF (2008) Centrifugal pumps. Ed. Springer. ISBN: 978-3-5401-73694-3.

[13] http://www.mtin.es/es/Guia/guia_4/index.htm

[14] <http://www.ingenieriaquimica.net/>

[15] <http://www.wikipedia.com/>

[16] <http://www.google.es/>

[17] <http://www.boe.es/>

CAPÍTULO II:
MEMORIA DE
CÁLCULOS

ÍNDICE

1. Cálculo de espesores de virola y fondos para C-1 y C-2:
 - 1.1. Equipo C-1:
 - 1.1.1. Cálculo del espesor de la envolvente cilíndrica “t”:
 - 1.1.2. Cálculo del espesor de los fondos:
 - 1.2. Equipo C-2 (Torre Stripper):
 - 1.2.1. Cálculo del espesor de la envolvente cilíndrica “t”:
 - 1.2.1.1. Virola superior:
 - 1.2.1.2. Virola inferior:
 - 1.2.2. Cálculo del espesor de los fondos:
 - 1.2.2.1. Tapa superior:
 - 1.2.2.1. Tapa inferior:
2. cálculo Rack:
 - 2.1. Determinación de la anchura del Rack
 - 2.1.1. Método para estimación temprana de la anchura del rack
 - 2.1.2. Espaciamiento entre pórticos del piperack
 - 2.1.3. Determinación de la elevación
3. Análisis de flexibilidad y soportes
 - 3.1. Información de partida
 - 3.2.1 Dilataciones C-2
 - 3.2.1.1 Desplazamiento axial
 - 3.2.1.2 Desplazamiento radial
 - 3.2.1.3 Desplazamiento en el punto de soporte
 - 3.2.2 Dilataciones intercambiador E-2B
 - 3.2.2.1 Desplazamiento axial
 - 3.2.2.1 Desplazamiento axial
 - 3.3. Análisis para la condición de diseño
 - 3.3.1. Consideraciones
 - 3.4. Análisis para la prueba hidráulica
 - 3.5. Conclusión

1. Cálculo de espesores de virola y fondos para C-1 y C-2:

1.1. Equipo C-1:

1.1.1. Cálculo del espesor de la envolvente cilíndrica “t”:

La determinación del espesor en una envolvente cilíndrica a presión interna se realiza mediante la aplicación de la siguiente fórmula, incluida en la parte UG-27 del código ASME Sección VIII:


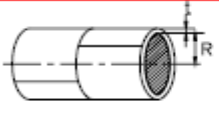
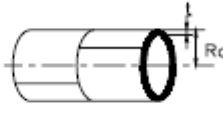



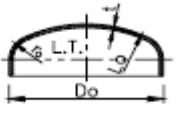

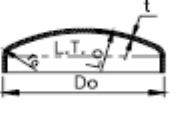
		FORMULAS PARA EL CALCULO DE RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESION INTERNA										NORMAS						
												FIGURA No. 89						
α = ANGULO DEL VERTICE/2 D = DIAMETRO INTERIOR Do = DIAMETRO EXTERIOR E = EFICIENCIA DE SOLDADURA		r = RADIO DE ESQUINA INT. ro = RADIO DE ESQUINA EXT. M = FACTOR (VER TABLA) P = PRESION DE DISEÑO L = RADIO INTERIOR DE LA TAPA										R = RADIO INT. Ro = RADIO EXT. S = ESFUERZO EN LA TENSION t = ESPESOR MINIMO REQUERIDO Lo = RADIO EXTERIOR DE LA TAPA						
TABLA	L/r	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	16.67
FACTOR	M	1.39	1.41	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.65	1.69	1.72	1.75	1.77
EN FUNCION DE DIMENSIONES INTERNAS										EN FUNCION DE DIMENSIONES EXTERNAS								
																		
$t = \frac{PR}{SE - 0.6P}$ $P = \frac{SE t}{R + 0.6t}$										$t = \frac{PRo}{SE + 0.4P}$ $P = \frac{SE t}{Ro + 0.4t}$								
CUERPO CILINDRICO										CUERPO CILINDRICO								
																		
$t = \frac{PR}{2SE - 0.2P}$ $P = \frac{2SE t}{R + 0.2t}$										$t = \frac{PRo}{2SE + 0.8P}$ $P = \frac{2SE t}{Ro - 0.8t}$								
TAPA SEMIESFERICA										TAPA SEMIESFERICA								
																		
$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$ $P = \frac{2SE t}{D + 0.2t}$										$t = \frac{PDo}{2SE + 1.8P}$ $P = \frac{2SE t}{Do - 1.8t}$								
TAPA SEMIELIPTICA 2:1										TAPA SEMIELIPTICA								
																		
$t = \frac{PLM}{2SE - 0.2P}$ $P = \frac{2SE t}{rM + 0.2t}$										$t = \frac{PLoM}{2SE + P(M - 0.2)}$ $P = \frac{2SE t}{Mro - t(M - 0.2)}$								
TAPA TORIESFERICA ASME										TAPA TORIESFERICA ASME								

Fig. 1: Fórmulas para el cálculo de recipientes sometidas a presión interna

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E + 0.4 \cdot P} + c = \frac{P \cdot \left(\frac{D}{2}\right)}{S \cdot E - 0.6 \cdot P} + c$$

Donde para el Sistema Internacional de unidades tenemos que:

- t: Espesor requerido (mm).
- P: Presión de diseño = 5,6 Kg/cm² = 560 KPa. R: Radio exterior del Recipiente = 1500 mm.
- D: Diámetro exterior del recipiente = 3000mm.
- S: Tensión admisible del material a la temperatura de diseño
- Td= 121°C => S= 103421 KPa
- E: Eficiencia de la soldadura = 0,85
- c: Sobreespesor de corrosión = 3 mm


 INGLESA		PROPIEDADES DE ALGUNOS MATERIALES DE ACERO AL CARBON Y ACEROS DE BAJA ALEACION						NORMAS	
								FIGURA No. 7	
ESFUERZO MAXIMO PERMISIBLE DE DISEÑO A LA TENSION EN 1,000 PSI									
ESPECIFICACION DEL MATERIAL		CUANDO LA TEMPERATURA DE DISEÑO NO EXCEDE DE: °F							
NUMERO	GRADO	-20 A 650	700	750	800	850	900	950	1050
SA-283	C	12.7	---	---	---	---	---	---	---
SA-285	C	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5		
SA-515	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5
SA-515	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5
SA-515	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5
SA-515	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5
SA-516	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5
SA-516	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5
SA-516	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5
SA-516	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5

Fig. 2: Esfuerzos admisibles

El espesor de corrosión se suele seleccionar en función del material base utilizado para el recipiente, ya que este tendrá una adecuada tolerancia a la corrosión que producirá en él el fluido interior. A continuación se presenta una tabla con las recomendaciones para la selección del espesor de corrosión (c) en función del material.

Material del recipiente	Notas	Sobreespesor de corrosión mínimo (mm)
Aceros al carbono	(1)	3
Aceros de baja aleación	(2)	3
Aceros de aleación media	(3)	1.5
Aceros de alta aleación	(4) y (5)	1.5
Materiales no féreos	(5)	0.5
Recipientes con recubrimiento interior	(6)	0

Fig. 3: Sobreespesor de corrosión mínimo

NOTAS:

- (1) Comprende cualquier tipo de acero al carbono, incluso los aceros al carbono-manganeso y los aceros al carbono microaleados.
- (2) Comprende los aceros aleados $\frac{1}{2}\%$ Cr - $\frac{1}{2}\%$ Mo; 1% Cr - $\frac{1}{2}\%$ Mo; $\frac{1}{4}\%$ Cr - $\frac{1}{2}\%$ Mo y 2 $\frac{1}{4}\%$ Cr - 1% Mo.
- (3) Comprende los aceros aleados 5% Cr - $\frac{1}{2}\%$ Mo y 9% Cr - 1% Mo.
- (4) Comprende los aceros aleados con más de 9% de Cr, incluso los inoxidables de cualquier tipo.
- (5) Cuando el material se haya seleccionado por motivos de contaminación del fluido, el sobreespesor de corrosión será de 0 mm.

Sustituimos los valores en la ecuación:

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E + 0.4 \cdot P} + c = \frac{P \cdot \left(\frac{D}{2}\right)}{S \cdot E - 0.6 \cdot P} + c$$

$$t = 12,7312 \text{ mm}$$

Al obtener un espesor de 12,7312 mm, en el catálogo de programa de existencias y elegimos un espesor de chapa comercial inmediatamente superior $t = 14 \text{ mm}$.



SA 516 GR 60 N / SA 516 GR 70 N

Composición química en % máximo.

Espec. chapa mm de 12,5 a 100	C 0,21/0,25	Si 0,15/0,40	Mn 0,60/1,20	P 0,035/0,040
Re N/mm ² 220/260	Rm N/mm ² 415/550 - 485/620	A% 25/21 - 21/17	Resilen. J. -51/29 - 18/20	

CALDERAS Y DEPÓSITOS

Aceros para medias y bajas temperaturas.

- ▲ Soldadura
- ▲ Plegado
- ▲ Transformación
- ▲ Mecanización



Programa de existencias SA 516 GR 60

Espesores	Dimensiones
6 mm.	8.000 x 2.000
8 mm.	8.000 x 2.000
10 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
12 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
14 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
15 mm.	8.000 x 2.000
16 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
18 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
20 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
22 mm.	8.000 x 2.000
25 mm.	8.000 x 2.000
30 mm.	8.000 x 2.000
35 mm.	
40 mm.	

SA 516 GR 70

Dimensiones
8.000 x 2.000 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.

Fig. 4: Espesores según composición

1.1.2. Cálculo del espesor de los fondos:

Cálculo del fondo del recipientes a presión siendo para el C-1 un Semiéltipicos 2:1 .

FORMULAS PARA EL CALCULO DE RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESION INTERNA

NORMAS

FIGURA No. 89

α = ANGULO DEL VERTICE/2
D = DIAMETRO INTERIOR
Do = DIAMETRO EXTERIOR
E = EFICIENCIA DE SOLDADURA

r = RADIO DE ESQUINA INT.
ro = RADIO DE ESQUINA EXT.
M = FACTOR (VER TABLA)
P = PRESION DE DISEÑO
L = RADIO INTERIOR DE LA TAPA

R = RADIO INT.
Ro = RADIO EXT.
S = ESFUERZO EN LA TENSION
t = ESPESOR MINIMO REQUERIDO
Lo = RADIO EXTERIOR DE LA TAPA

TABLA FACTOR M	L/r	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	16.67
M	M	1.39	1.41	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.65	1.69	1.72	1.75	1.77

EN FUNCION DE DIMENSIONES INTERNAS

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P}$$

$$P = \frac{SE t}{R + 0.6t}$$

CUERPO CILINDRICO

$$t = \frac{PRo}{SE + 0.4P}$$

$$P = \frac{SE t}{Ro + 0.4t}$$

CUERPO CILINDRICO

$$t = \frac{PR}{2SE - 0.2P}$$

$$P = \frac{2SE t}{R + 0.2t}$$

TAPA SEMIESFERICA

$$t = \frac{PRo}{2SE + 0.8P}$$

$$P = \frac{2SE t}{Ro - 0.8t}$$

TAPA SEMIESFERICA

$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$$

$$P = \frac{2SE t}{D + 0.2t}$$

TAPA SEMIELIPTICA 2:1

$$t = \frac{PDo}{2SE + 1.8P}$$

$$P = \frac{2SE t}{Do - 1.8t}$$

TAPA SEMIELIPTICA

$$t = \frac{PLM}{2SE - 0.2P}$$

$$P = \frac{2SE t}{rM + 0.2t}$$

TAPA TORIESFERICA ASME

$$t = \frac{PLoM}{2SE + P(M-0.2)}$$

$$P = \frac{2SE t}{Mro - t(M-0.2)}$$

TAPA TORIESFERICA ASME

Fig. 5: Fórmulas para el cálculo de recipientes sometidas a presión interna

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P} + c = \frac{P \cdot (D_e - 2t)}{S \cdot E - 0.6 \cdot P} + c$$

$$D = D_e - 2 \cdot t$$

Siendo:

- t = Espesor requerido (mm).
- P = Presión de diseño = 5.60 Kg/cm² = 560 KPa .
 D = Diámetro interior del recipiente (mm).
- D_e = Diámetro exterior del recipiente = 3000 mm.
- S = Tensión admisible del material a la temperatura de diseño = 103421 KPa.
 E = Eficiencia de la soldadura = 1.
- c = Sobreespesor de corrosión = 3 mm


	PROPIEDADES DE ALGUNOS MATERIALES DE ACERO AL CARBON Y ACEROS DE BAJA ALEACION						NORMAS		
							FIGURA No. 7		
ESFUERZO MAXIMO PERMISIBLE DE DISEÑO A LA TENSION EN 1,000 PSI									
ESPECIFICACION DEL MATERIAL		CUANDO LA TEMPERATURA DE DISEÑO NO EXCEDE DE: °F							
NUMERO	GRADO	-20 A 650	700	750	800	850	900	950	1050
SA-283	C	12.7	---	---	---	---	---	---	---
SA-285	C	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5		
SA-515	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5
SA-515	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5
SA-515	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5
SA-515	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5
SA-516	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5
SA-516	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5
SA-516	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5
SA-516	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5

Fig. 6: Esfuerzos admisibles

Desarrollando la fórmula anterior, se obtiene que:

$$t = \frac{(2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P) \cdot c + P \cdot D_e}{(2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P + 2 \cdot P)}$$

$$t = 9,0762 \text{ mm.}$$

Al obtener un espesor de 9,0762 mm, vamos al catálogo y elegimos un espesor de chapa comercial inmediatamente superior $t = 10 \text{ mm}$.



SA 516 GR 60 N / SA 516 GR 70 N

composición química en % máximo.

Espes. chapa mm	de 12,5 a 100	C	0,21/0,25	Si	0,15/0,40	Mn	0,60/1,20	P	0,035/0,040
R _e N/mm ²	220/260	R _m N/mm ²	415/550 - 485/620	A%	25/21 - 21/17	Resilen. J.	-51/29 - 18/20		

Aceros para medias y bajas temperaturas.

- ▲ Soldadura
- ▲ Plegado
- ▲ Transformación
- ▲ Mecanización



CALDERAS Y DEPÓSITOS

Programa de existencias SA 516 GR 60

Espesores	Dimensiones
6 mm.	8.000 x 2.000
8 mm.	8.000 x 2.000
10 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
12 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
14 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
15 mm.	8.000 x 2.000
16 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
18 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
20 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
22 mm.	8.000 x 2.000
25 mm.	8.000 x 2.000
30 mm.	8.000 x 2.000
35 mm.	
40 mm.	

SA 516 GR 70

Dimensiones
8.000 x 2.000 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.

Fig. 7: Espesores según composición

1.2. Equipo C-2 (Torre Stripper):

1.2.1. Cálculo del espesor de la envolvente cilíndrica “t”:

1.2.1.1. Virola superior:


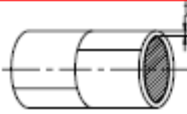
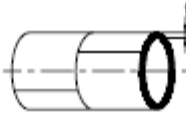





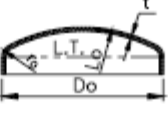
	FORMULAS PARA EL CALCULO DE RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESION INTERNA														NORMAS			
																FIGURA No. 89		
α = ANGULO DEL VERTICE/2 D = DIAMETRO INTERIOR Do = DIAMETRO EXTERIOR E = EFICIENCIA DE SOLDADURA	r = RADIO DE ESQUINA INT. r_o = RADIO DE ESQUINA EXT. M = FACTOR (VER TABLA) P = PRESION DE DISEÑO L = RADIO INTERIOR DE LA TAPA				R = RADIO INT. R_o = RADIO EXT. S = ESFUERZO EN LA TENSION t = ESPESOR MINIMO REQUERIDO L_o = RADIO EXTERIOR DE LA TAPA													
TABLA FACTOR M	L/r	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	16.67
	M	1.39	1.41	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.65	1.69	1.72	1.75	1.77
EN FUNCION DE DIMENSIONES INTERNAS									EN FUNCION DE DIMENSIONES EXTERNAS									
 $t = \frac{PR}{SE - 0.6P}$ $P = \frac{SE t}{R + 0.6t}$									 $t = \frac{PR_o}{SE + 0.4P}$ $P = \frac{SE t}{R_o + 0.4t}$									
CUERPO CILINDRICO									CUERPO CILINDRICO									
 $t = \frac{PR}{2SE - 0.2P}$ $P = \frac{2SE t}{R + 0.2t}$									 $t = \frac{PR_o}{2SE + 0.8P}$ $P = \frac{2SE t}{R_o - 0.8t}$									
TAPA SEMIESFERICA									TAPA SEMIESFERICA									
 $t = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$ $P = \frac{2SE t}{D + 0.2t}$									 $t = \frac{PD_o}{2SE + 1.8P}$ $P = \frac{2SE t}{D_o - 1.8t}$									
TAPA SEMIELIPTICA 2:1									TAPA SEMIELIPTICA									
 $t = \frac{PLM}{2SE - 0.2P}$ $P = \frac{2SE t}{rM + 0.2t}$									 $t = \frac{PL_oM}{2SE + P(M - 0.2)}$ $P = \frac{2SE t}{M r_o - t(M - 0.2)}$									
TAPA TORIESFERICA ASME									TAPA TORIESFERICA ASME									

Fig. 8: Fórmulas para el cálculo de recipientes sometidas a presión interna

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E + 0.4 \cdot P} + c = \frac{P \cdot \left(\frac{D}{2}\right)}{S \cdot E - 0.6 \cdot P} + c$$

- t: Espesor requerido (mm)
- P: Presión de diseño = 3,90 Kg/cm² = 390 KPa
- R: Radio exterior del Recipiente (mm) = 1112 mm
- D: Diámetro exterior del recipiente (mm) = 2224mm
- S: Tensión admisible del material a la temperatura de diseño = 103421 KPa.
- E: Eficiencia de la soldadura para la virola superior = 0,85
- c: Sobreespesor de corrosión = 3 mm


		PROPIEDADES DE ALGUNOS MATERIALES DE ACERO AL CARBON Y ACEROS DE BAJA ALEACION					NORMAS		
							FIGURA No. 7		
ESFUERZO MAXIMO PERMISIBLE DE DISEÑO A LA TENSION EN 1,000 PSI									
ESPECIFICACION DEL MATERIAL		CUANDO LA TEMPERATURA DE DISEÑO NO EXCEDE DE: °F							
NUMERO	GRADO	-20 A 650	700	750	800	850	900	950	1050
SA-283	C	12.7	---	---	---	---	---	---	---
SA-285	C	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5		
SA-515	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5
SA-515	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5
SA-515	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5
SA-515	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5
SA-516	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5
SA-516	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5
SA-516	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5
SA-516	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5

Fig. 9: Esfuerzos admisibles

Sustituimos:

$$t = 7,9246 \text{ mm}$$

Al obtener un espesor de 7,9246 mm, vamos al catálogo y elegimos un espesor de chapa comercial inmediatamente superior $t = 8 \text{ mm}$.



SA 516 GR 60 N / SA 516 GR 70 N

Composición química en % máximo.

Espes. chapa mm	de 12,5 a 100	C	0,21/0,25	Si	0,15/0,40	Mn	0,60/1,20	P	0,035/0,040
Re N/mm ²	220/260	Rm N/mm ²	415/550 - 485/620	A%	25/21 - 21/17	Resilen. J.	-51/29 - 18/20		

CALDERAS Y DEPÓSITOS

Aceros para medias y bajas temperaturas.

- ▲ Soldadura
- ▲ Plegado
- ▲ Transformación
- ▲ Mecanización



Programa de existencias SA 516 GR 60

Espesores	Dimensiones
6 mm.	8.000 x 2.000
8 mm.	8.000 x 2.000
10 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
12 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
14 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
15 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500 mm.
16 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
18 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
20 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
22 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500 mm.
25 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500 mm.
30 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500 mm.
35 mm.	12.000 x 2.500 mm.
40 mm.	12.000 x 2.500 mm.

SA 516 GR 70

Dimensiones
8.000 x 2.000 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.

Fig. 10: Espesores según composición

1.2.1.2. Virola inferior:


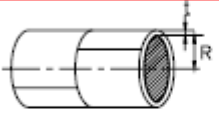
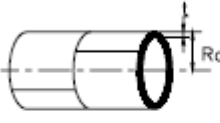
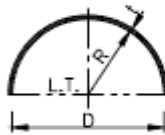
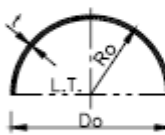
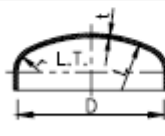
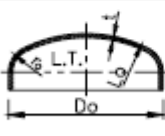

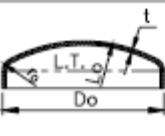
		FORMULAS PARA EL CALCULO DE RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESION INTERNA												NORMAS				
														FIGURA No. 89				
α = ANGULO DEL VERTICE/2 D = DIAMETRO INTERIOR Do = DIAMETRO EXTERIOR E = EFICIENCIA DE SOLDADURA		r = RADIO DE ESQUINA INT. r_o = RADIO DE ESQUINA EXT. M = FACTOR (VER TABLA) P = PRESION DE DISEÑO L = RADIO INTERIOR DE LA TAPA												R = RADIO INT. R_o = RADIO EXT. S = ESFUERZO EN LA TENSION t = ESPESOR MINIMO REQUERIDO L_o = RADIO EXTERIOR DE LA TAPA				
TABLA FACTOR M	L/r	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	16.67
	M	1.39	1.41	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.65	1.69	1.72	1.75	1.77
EN FUNCION DE DIMENSIONES INTERNAS												EN FUNCION DE DIMENSIONES EXTERNAS						
 $t = \frac{PR}{SE - 0.6P}$ $P = \frac{SE t}{R + 0.6t}$												 $t = \frac{PR_o}{SE + 0.4P}$ $P = \frac{SE t}{R_o + 0.4t}$						
CUERPO CILINDRICO												CUERPO CILINDRICO						
 $t = \frac{PR}{2SE - 0.2P}$ $P = \frac{2SE t}{R + 0.2t}$												 $t = \frac{PR_o}{2SE + 0.8P}$ $P = \frac{2SE t}{R_o - 0.8t}$						
TAPA SEMIESFERICA												TAPA SEMIESFERICA						
 $t = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$ $P = \frac{2SE t}{D + 0.2t}$												 $t = \frac{PD_o}{2SE + 1.8P}$ $P = \frac{2SE t}{D_o - 1.8t}$						
TAPA SEMIELIPTICA 2:1												TAPA SEMIELIPTICA						
 $t = \frac{PLM}{2SE - 0.2P}$ $P = \frac{2SE t}{rM + 0.2t}$												 $t = \frac{PL_oM}{2SE + P(M - 0.2)}$ $P = \frac{2SE t}{M r_o - t(M - 0.2)}$						
TAPA TORIESFERICA ASME												TAPA TORIESFERICA ASME						

Fig. 11: Fórmulas para el cálculo de recipientes sometidas a presión interna

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E + 0.4 \cdot P} + c = \frac{P \cdot \left(\frac{D}{2}\right)}{S \cdot E - 0.6 \cdot P} + c$$

Donde para el Sistema Internacional de unidades tenemos que:

- t: Espesor requerido (mm)
- P: Presión de diseño = 3,90 Kg/cm² (1 kg/cm²=100 kPa): 390 KPa
- R: Radio exterior del Recipiente (mm) : 2724/2=1362 mm
- D: Diámetro exterior del recipiente (mm) : 2724mm
- S: Tensión admisible del material a la temperatura de diseño = 103421 KPa.
- E: Eficiencia de la soldadura para la virola inferior = 1
- c: Sobreepesor de corrosión = 3 mm

Sustituimos:

$$t = 8,1283 \text{ mm}$$

Al obtener un espesor de 8,1283 mm, vamos al catálogo y elegimos un espesor de chapa comercial inmediatamente superior $t = 10 \text{ mm}$.



SA 516 GR 60 N / SA 516 GR 70 N

Composición química en % máximo.

Espes. chapa mm	C	Si	Mn	P
de 12,5 a 100	0,21/0,25	0,15/0,40	0,60/1,20	0,035/0,040

Re N/mm² 220/260 Rm N/mm² 415/550 - 485/620 A% 25/21 - 21/17 Resilen. J. -51/29 - 18/20

Aceros para medias y bajas temperaturas.

- ▲ Soldadura
- ▲ Plegado
- ▲ Transformación
- ▲ Mecanización



CALDERAS Y DEPÓSITOS

Programa de existencias SA 516 GR 60

Espesores	Dimensiones
6 mm.	8.000 x 2.000
8 mm.	8.000 x 2.000 12.000 x 2.500 mm.
10 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
12 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
14 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
15 mm.	8.000 x 2.000 12.000 x 2.500 mm.
16 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
18 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
20 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.
22 mm.	8.000 x 2.000 12.000 x 2.500 mm.
25 mm.	8.000 x 2.000 12.000 x 2.500 mm.
30 mm.	8.000 x 2.000 12.000 x 2.500 mm.
35 mm.	12.000 x 2.500 mm.
40 mm.	12.000 x 2.500 mm.

SA 516 GR 70

Dimensiones
8.000 x 2.000 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.
12.000 x 2.500 mm.

Fig. 12: Espesores según composición

1.2.2. Cálculo del espesor de los fondos:

1.2.2.1. Tapa superior:

Con radio mayor $R = 0,8 \cdot De$ y radio menor $r = 0,154 \cdot De$, siendo De el diámetro exterior de la cubierta cilíndrica.

FORMULAS PARA EL CALCULO DE RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESION INTERNA

NORMAS

FIGURA No. 89

α = ANGULO DEL VERTICE/2
 D = DIAMETRO INTERIOR
 D_o = DIAMETRO EXTERIOR
 E = EFICIENCIA DE SOLDADURA

r = RADIO DE ESQUINA INT.
 r_o = RADIO DE ESQUINA EXT.
 M = FACTOR (VER TABLA)
 P = PRESION DE DISEÑO
 L = RADIO INTERIOR DE LA TAPA

R = RADIO INT.
 R_o = RADIO EXT.
 S = ESFUERZO EN LA TENSION
 t = ESPESOR MINIMO REQUERIDO
 L_o = RADIO EXTERIOR DE LA TAPA

TABLA
FACTOR
M

L/r	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	16,67
M	1,39	1,41	1,44	1,46	1,48	1,50	1,52	1,54	1,56	1,58	1,60	1,62	1,65	1,69	1,72	1,75	1,77

EN FUNCION DE DIMENSIONES INTERNAS

EN FUNCION DE DIMENSIONES EXTERNAS

CUERPO CILINDRICO

CUERPO CILINDRICO

TAPA SEMIESFERICA

TAPA SEMIESFERICA

TAPA SEMIELIPTICA 2:1

TAPA SEMIELIPTICA

TAPA TORIESFERICA ASME

TAPA TORIESFERICA ASME

Fig. 13: Fórmulas para el cálculo de recipientes sometidas a presión interna

$$t = \frac{P \cdot L \cdot M}{2 \cdot S \cdot E - 0,2 \cdot P} + c$$

Siendo:

- t = Espesor requerido (mm)
- P = Presión de diseño = 3,90 Kg/cm² = 390 KPa
- L = Radio mayor esférico o del abombado del fondo (Spherical radius)
 $R=0,8 \cdot De=1779,2$ mm
- M = Factor adimensional que depende de la relación L/r (Radio esférico/radio menor) :

$$\frac{L}{r} = \frac{R}{r} = \frac{0,8 \cdot De}{0,154 \cdot De} = \frac{1779,2}{342,496} = 5,1948$$

$$M = 1,32$$

- De = Diámetro exterior del recipiente = 2224 mm.
- S = Tensión admisible del material a la temperatura de diseño = 103421 KPa.
- E = Eficiencia de la soldadura para las tapas superior e inferior = 1.
- c = Espesor de corrosión requerido en función del material del recipiente = 3 mm (para ASTM A-516 Gr.60).

VALORES DEL FACTOR "M"

L/r	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75
M	1.00	1.03	1.06	1.08	1.10	1.13	1.15	1.17
L/r	3.00	3.25	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
M	1.18	1.20	1.22	1.25	1.28	1.31	1.34	1.36
L/r	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.0
M	1.39	1.41	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54
L/r	10.5	11.0	11.5	12.0	13.0	14.0	15.00	16.0
M	1.56	1.58	1.60	1.62	1.65	1.69	1.72	1.75
L/r	16.666							
M	1.77							

Fig. 14: Valores del factor "M"

Sustituimos:

$$t = 7,4298 \text{ mm}$$

Al obtener un espesor de 7,4298 mm, vamos al catálogo y elegimos un espesor de chapa comercial inmediatamente superior $t = 8 \text{ mm}$.



ACEROS PT
URSSA SA516GR

SA 516 GR 60 N / SA 516 GR 70 N

Composición química en % máximo.

Espes. chapa mm de 12,5 a 100 C 0,21/0,25 Si 0,15/0,40 Mn 0,60/1,20 P 0,035/0,040
Re N/mm² 220/260 Rm N/mm² 415/550 - 485/620 A% 25/21 - 21/17 Resilen. J. -51/29 - 18/20

CALDERAS Y DEPÓSITOS

Aceros para medias y bajas temperaturas.

- ▲ Soldadura
- ▲ Plegado
- ▲ Transformación
- ▲ Mecanización



Programa de existencias SA 516 GR 60 SA 516 GR 70

Espesores	Dimensiones		Dimensiones
6 mm.	8.000 x 2.000		8.000 x 2.000 mm.
8 mm.	8.000 x 2.000	12.000 x 2.500 mm.	12.000 x 2.500 mm.
10 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.		12.000 x 2.500 mm.
12 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.		12.000 x 2.500 mm.
14 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.		
15 mm.	8.000 x 2.000	12.000 x 2.500 mm.	12.000 x 2.500 mm.
16 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.		12.000 x 2.500 mm.
18 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.		12.000 x 2.500 mm.
20 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.		12.000 x 2.500 mm.
22 mm.	8.000 x 2.000	12.000 x 2.500 mm.	12.000 x 2.500 mm.
25 mm.	8.000 x 2.000	12.000 x 2.500 mm.	12.000 x 2.500 mm.
30 mm.	8.000 x 2.000	12.000 x 2.500 mm.	12.000 x 2.500 mm.
35 mm.		12.000 x 2.500 mm.	
40 mm.		12.000 x 2.500 mm.	12.000 x 2.500 mm.

Fig. 15: Espesores según composición

1.2.2.1. Tapa inferior:

FORMULAS PARA EL CALCULO DE RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESION INTERNA

NORMAS

FIGURA No. 89

α = ANGULO DEL VERTICE/2
D = DIAMETRO INTERIOR
Do = DIAMETRO EXTERIOR
E = EFICIENCIA DE SOLDADURA

r = RADIO DE ESQUINA INT.
ro = RADIO DE ESQUINA EXT.
M = FACTOR (VER TABLA)
P = PRESION DE DISEÑO
L = RADIO INTERIOR DE LA TAPA

R = RADIO INT.
Ro = RADIO EXT.
S = ESFUERZO EN LA TENSION
t = ESPESOR MINIMO REQUERIDO
Lo = RADIO EXTERIOR DE LA TAPA

TABLA FACTOR M	L/r	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	16.67
	M	1.39	1.41	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.65	1.69	1.72	1.75	1.77

EN FUNCION DE DIMENSIONES INTERNAS

EN FUNCION DE DIMENSIONES EXTERNAS

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P}$$

$$P = \frac{SE t}{R + 0.6t}$$

CUERPO CILINDRICO

$$t = \frac{PRo}{SE + 0.4P}$$

$$P = \frac{SE t}{Ro + 0.4t}$$

CUERPO CILINDRICO

$$t = \frac{PR}{2SE - 0.2P}$$

$$P = \frac{2SE t}{R + 0.2t}$$

TAPA SEMIESFERICA

$$t = \frac{PRo}{2SE + 0.8P}$$

$$P = \frac{2SE t}{Ro - 0.8t}$$

TAPA SEMIESFERICA

$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$$

$$P = \frac{2SE t}{D + 0.2t}$$

TAPA SEMIELIPTICA 2:1

$$t = \frac{PD0}{2SE + 1.8P}$$

$$P = \frac{2SE t}{Do - 1.8t}$$

TAPA SEMIELIPTICA

$$t = \frac{PLM}{2SE - 0.2P}$$

$$P = \frac{2SE t}{rM + 0.2t}$$

TAPA TORIESFERICA ASME

$$t = \frac{PLoM}{2SE + P(M-0.2)}$$

$$P = \frac{2SE t}{Mro - t(M-0.2)}$$

TAPA TORIESFERICA ASME

Fig. 16: Fórmulas para el cálculo de recipientes sometidas a presión interna

$$t = \frac{P \cdot L \cdot M}{2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P} + c$$

Siendo:

- t = espesor requerido (mm).
- P = Presión de diseño = 3,90 Kg/cm² (1 kg/cm²=100 kPa): 390 KPa .
- L = Radio mayor esférico o del abombado del fondo (Spherical radius)
 $R=0,8 \cdot De=2179,2$ mm.
- M = Factor adimensional que depende de la relación L/r (Radio esférico/radio menor) :

$$\frac{L}{r} = \frac{R}{r} = \frac{0,8 \cdot De}{0,154 \cdot De} = \frac{1779,2}{342,496} = 5,1948$$

$$M = 1,32$$

- De = diámetro exterior del recipiente = 2724 mm.
- S = tensión admisible del material a la temperatura de diseño = 103421 KPa. E = eficiencia de la soldadura para tapas = 1.
- c = espesor de corrosión requerido en función del material del recipiente = 3 mm (para ASTM A-516 Gr.60).

Sustituimos:

$$t = 8,4257 \text{ mm}$$

Al obtener un espesor de 8,4257mm, vamos al catálogo y elegimos un espesor de chapa comercial inmediatamente superior $t = 10$ mm .



ACEROS PT URSSA SA516GR

SA 516 GR 60 N / SA 516 GR 70 N

Composición química en % máximo.

Espes. chapa mm de 12,5 a 100	C 0,21/0,25	Si 0,15/0,40	Mn 0,60/1,20	P 0,035/0,040
Re N/mm ² 220/260	Rm N/mm ² 415/550 - 485/620	A% 25/21 - 21/17	Resilen. J. -51/29 - 18/20	

CALDERAS Y DEPÓSITOS

Aceros para medias y bajas temperaturas.

- ▲ Soldadura
- ▲ Plegado
- ▲ Transformación
- ▲ Mecanización



Programa de existencias SA 516 GR 60

Espesores	Dimensiones	Dimensiones
6 mm.	8.000 x 2.000	8.000 x 2.000 mm.
8 mm.	8.000 x 2.000	12.000 x 2.500 mm.
10 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.	12.000 x 2.500 mm.
12 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.	12.000 x 2.500 mm.
14 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.	12.000 x 2.500 mm.
15 mm.	8.000 x 2.000	12.000 x 2.500 mm.
16 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.	12.000 x 2.500 mm.
18 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.	12.000 x 2.500 mm.
20 mm.	8.000 x 2.000, 12.000 x 2.500, 12.000 x 3.000 mm.	12.000 x 2.500 mm.
22 mm.	8.000 x 2.000	12.000 x 2.500 mm.
25 mm.	8.000 x 2.000	12.000 x 2.500 mm.
30 mm.	8.000 x 2.000	12.000 x 2.500 mm.
35 mm.		12.000 x 2.500 mm.
40 mm.		12.000 x 2.500 mm.

Fig. 17: Espesores según composición

2. cálculo Rack:

2.1. Determinación de la anchura del Rack

La anchura del piperack está determinada por:

- El número de líneas
- Bandejas eléctricas o de cables de instrumentación
- Espacio para pistas “quemadas”, que son pistas que utilizamos con varias líneas a lo largo del rack, de forma que minimizamos el ancho necesario.
- Espacio para las líneas futuras y posibles ampliaciones.

Cuando estamos en fases tempranas de diseño y no disponemos de toda la información necesaria, se suele utilizar para estimar la anchura del rack un método de cálculo aproximado que sirve para establecer el ancho del rack como primera iteración, la anchura calculada por este método deberá comprobarse en fases más avanzadas del proyecto cuando dispongamos de la información más detallada.

2.1.1. Método para estimación temprana de la anchura del rack

La anchura de un piperack se puede calcular usando el método siguiente:

Primero estimar el número de líneas según el routing preliminar realizado sobre el PFD en el “punto de estudio” (es el punto de mayor densidad de tuberías en el rack) Contar el número de líneas superiores a 18” de diámetro en la sección más densa del piperack. Una vez realizado este ejercicio tendremos el número total de tuberías en el punto de estudio y cuales son las de mayor diámetro. Con estos valores podemos estimar la anchura del rack con el siguiente procedimiento.

La anchura total en metros (W) será:

$$W = (f * N * S) + A$$

- f ; factor de seguridad = 1.5, si las líneas se han presentado según lo descrito en la evaluación inicial (es decir si el routing se ha realizado sobre el PFD).
- f , factor de seguridad = 1.2, si las líneas se han presentado según lo descrito en el punto de desarrollo (es decir si el routing se ha realizado sobre el P&ID en fases preliminares de diseño).
- N = número de líneas por debajo de 18" de diámetro
- S = espaciamiento estimado medio entre las líneas en milímetros.

Los valores de S pueden oscilar

- ✓ $S = 300$ milímetros para diámetro medio superior a 10"
 - ✓ $S = 230$ milímetros (si las líneas en piperack son más pequeñas de 10")
- A = metros requeridos anchura adicional para:
 - ✓ Líneas mayores de 18" determinadas y posicionadas en la zona más densa del piperack.
 - ✓ Líneas futuras que se prevean (como colectores de servicios en caso de hacer el ejercicio sobre el routing preliminar).
 - ✓ Bandejas de cables para Instrumentos y eléctricas.
 - ✓ Cualquier pista para las líneas de descarga de la bomba o pistas "quemadas" con anchos entre 500 milímetros - 1 metro.

Entonces, en base a lo anteriormente expuesto se calculará W y la anchura final del rack se obtendrá de la siguiente manera:

Se deberá chequear con el plot plan cual es el espacio disponible en planta para ubicar el rack, con este espacio se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Si W es más grande de 9 metros se procederá a diseñar una rack en 2 niveles o más de forma que no se ocupe excesivo espacio de la planta en disposición de tuberías.
- Si W es menor de 9 metros se diseñará un rack en 1 nivel.
- En caso que el espacio disponible en planta venga condicionado por equipos existentes o por la disponibilidad de espacio y sea menor de 9 metros, se dividirá W por el espacio disponible y se determinará el número de bandejas que tendrá el rack.

Como podemos comprobar, no son recomendables anchos en racks mayores de 9 mts ya que la sección de canto de las vigas de las bandejas saldrían excesivas y se encarecería innecesariamente la inversión.

En diseños de racks nuevos, W debe incluir generalmente un 30 - 40% de espacio libre en previsión de líneas futuras.

La anchura del piperack se puede aumentar o disminuir en función de la disposición de espacio en la planta, o el acceso a los equipos instalados bajo el rack .

Una vez determinada la anchura de rack que necesitamos, debemos seleccionar el tipo de rack que diseñaremos en función de la disposición de equipos en el plot plan y las necesidades de diseño. A continuación se presenta las disposiciones más habituales de piperacks y una tabla con las dimensiones típicas de cada uno de los tipos. Se ha incluido la anchura total disponible del rack en cada una de las disposiciones para que se tenga una referencia de utilización de cada tipo . Los piperacks más comunes son los tipos 2, 3, 4 y 5.

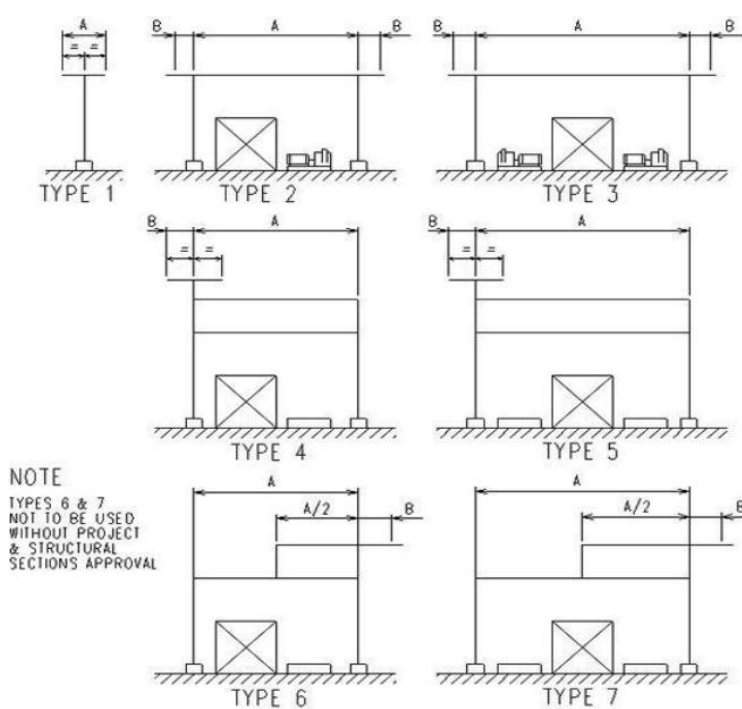


Fig. 18: Tipo de racks

TIPO	ANCHURA DISPONIBLE TOTAL W en mm		PIPERACK	VOLADIZO	NÚM ERO
No.	SIN VOLADIZO	CON VOLADIZO	ANCHURA A	ANCHURA B	DE ELEV.
1	3000	-	3000	-	1
2	6000 a 7300	9150 a 10400	6000 a 7300	1500	1
3	8500 a 9750	11600 a 12800	8500 a 9750	1500	1
4	11900 a 14300	13700 a 16150	6100 a 7300	900 o 1200	2
5	16800 a 19200	18600 a 21000	8500 a 9750	900 o 1200	2
6	8500 a 10400	11000 a 12800	6100 a 7300	900 o 1500	1.5
7	12200 a 13400	14650 a 15850	8500 a 9750	900 o 1500	1.5

El método anteriormente mostrado es un método de estimación temprana de la anchura del rack y por tanto requiere de poca información para estimar una anchura para iniciar el trabajo. No obstante la anchura que se obtenga en esta etapa se deberá revisar en etapas posteriores disponiendo las líneas con sus diámetros finales y aplicando la separación entre ellas indicada en las especificaciones de diseño. Esto hará que se vayan ocupando las bandejas del rack, según se vaya disponiendo de información en los P&ID's y otros documentos del proyecto.

$$W = (1.5 * 10 * 300) + A$$

El resultado de W es aproximadamente de 4500mm, por lo que en la siguiente tabla anterior podemos ver que necesitamos un Rack con un ancho de 6000mm (6 metros) y un solo nivel.

2.1.2. Espaciamiento entre pórticos del piperack

El espaciamiento normal entre los pórticos del piperack suele variar entre los 4.5 metros y los 6 metros. Esta longitud vendrá definida normalmente por el diámetro promedio de las líneas que vayan a instalarse y el diámetro mínimo de las líneas que se permitan instalar en las pistas a lo largo del rack.

En general, el espaciamiento más utilizado es el de 6mts, ya que suele ser un valor que se ajusta a la mayoría de diseños y permite la instalación de líneas de 3" sin soportación adicional.

En algunos casos, se puede aumentar el espaciamiento hasta un máximo de 8 mts entre pórticos (no es recomendable superar este valor, salvo casos muy concretos con tuberías de grandes diámetros en los que interesa optimizar los apoyos por tener que soportar grandes cargas), siempre y cuando se analicen las siguientes cuestiones y se tome en consideración los siguientes aspectos:

- Las líneas más pequeñas se deben apoyar con más frecuencia, esto normalmente vendrá definido en las especificaciones de diseño de la compañía donde se fijen las distancias máximas entre apoyos de tuberías. En general si disponemos de líneas de pequeños diámetros en el rack tendremos que acortar el espaciamiento para evitar apoyos intermedios.
- Las líneas de productos líquidos, debido al peso, deben soportarse en tramos más cortos que las que llevan gas.
- Las líneas calientes requieren distancias más cortas que las líneas frías del mismo tamaño y espesor de pared ya que tiene un módulo de elasticidad diferente.
- Líneas aisladas para calor o frío - las líneas aisladas debido al peso de aislamiento se deben apoyar en tramos más cortos que las líneas sin aislar.

Para evitar tener que realizar el cálculo anterior para cada tubería, en las especificaciones de diseño de los proyectos suele realizarse una tabla donde se indican las luces máximas entre apoyos de tuberías frías y que se toma como valor de partida para una rápida estimación de la soportación.

A continuación se presenta una tabla que puede tomarse como referencia en el que en función del diámetro y el Schedule se obtiene la luz máxima para tuberías de líquido a temperatura ambiente y sin aislamiento.

Para fijar el espaciamiento entre pórticos se procederá de la siguiente manera:

1º.- Se seleccionan las líneas en función de su diámetro y se agrupan de forma que se pueda estimar el diámetro promedio de las líneas del rack en el punto de estudio que hemos seleccionado (pueden ser varios si uno solo no se considera representativo) .

2º.- En base a este diámetro promedio , iríamos a la tabla de luces máximas y comprobaríamos el valor que se obtiene para nuestro diámetro en caso de tuberías frías y seleccionaríamos el espaciamiento entre pórticos igual a dicha luz máxima como primer valor.

3º.- Una vez obtenido este primer valor de espaciamiento, debemos chequear como se comportan las líneas de pequeño diámetro a esta luz. Para ello comprobaremos la luz máxima de la línea de menor diámetro, que pase a lo largo del rack o en un tramo significativo, respecto al espaciamiento seleccionado en primera iteración . Si es similar o mayor se mantendrá el valor seleccionado, si es sustancialmente menor se deberá decidir si se aumenta el diámetro mínimo de las líneas pequeñas en el rack (en caso que sean muy pocas) o se acorta el espaciamiento entre pórticos para que dichas líneas no superen el valor máximo de flecha (en caso que el número sea elevado).

4º.- Se deberá chequear el comportamiento de las líneas calientes o especiales según el mismo procedimiento que se ha indicado en el punto anterior. Comparando la luz máxima de cálculo con el espaciamiento seleccionado.

5º.- Una vez finalizados estos chequeos se analizará económicamente las diversas opciones de modificación de líneas o de variación del espaciamiento, teniendo en cuenta el número de líneas de pequeños diámetros y calientes que existen y a cuántas se debería modificar el diámetro en su recorrido por el rack o cuántos soportes adicionales se requerirían en caso de mantener las líneas en los diámetros originales y el espaciamiento seleccionado.

Al realizar varias iteraciones con los diámetros promedios de nuestras líneas, se ha considerado oportuno y eficaz un espaciamiento entre pórticos de 6000mm (6 metros).

2.1.3. Determinación de la elevación

La elevación de un piperack estará determinada por el requisito más exigente de los siguientes:

- Gálibo mínimo por encima de la carretera de acceso principal a la planta.
- Espacio libre para el acceso a los equipos instalados bajo el piperack.
- El espacio libre bajo las líneas que interconectan el piperack y los equipos instalados fuera de la planta.

Normalmente, y si no hay otros requisitos adicionales como los anteriormente indicados, para la bandeja del primer nivel la elevación (tomadas al BOP o al TOS), se suelen fijar a una elevación de 4415 mm sobre el nivel de pavimento.

Para el atado entre pórticos, se utilizan vigas longitudinales, que a su vez sirven como apoyo para las tuberías de entrada y salida al rack. Estas vigas perpendiculares a las vigas de los pórticos (bandejas), se suelen situar a las elevaciones de 3500mm para la inferior y de 5330mm para la superior.

3. Análisis de flexibilidad y soportes

3.1. Información de partida

Para llevar a cabo el análisis, se hará uso de CAEPIPE. Para poder realizar dicho análisis adecuadamente, se deben calcular las dilataciones que sufren los equipos a los que la Línea 20" PW-007-B4-H está conectada.

En primer se plantea los escenarios de cálculo que disponemos. Tenemos que ver cuál es la envolvente de la condición real de operación más crítica del sistema, es decir, plantear todos los posibles casos de operación y ver cuál es el más crítico.

Las condiciones de Operación, Diseño y Prueba hidráulica de la 600-C-2, del 600-E-2B y de la 20"/14"-PW-007 son los siguientes:

	600-C-2	600-E-2B	14"/20"-PW-007
Po	1,75 Kg/cm ²	8,00 Kg/cm ²	6,35 Kg/cm ²
To	130 °C	130 °C	168 °C
Pd	3,90 Kg/cm ²	9,35 Kg/cm ²	9,00 Kg/cm ²
Td	205 °C	188 °C	188 °C

Nuestra línea de 20" proviene del intercambiador de calor 600-E-2B, por lo que este equipo será el que establezca las condiciones de diseño (Ph=13,50 Kg/cm²).

Nuestros tres casos de análisis para la "transfer line" van a ser los siguientes:

Diseño (más restrictivo)	Operación	Prueba Hidráulica
Td=188 °C	To=168 °C	Th=21 °C
Pd=9.35 Kg/cm ²	Po=6.5 Kg/cm ²	Ph=14.02 Kg/cm ²

La presión admisible en las bridas, se muestra a continuación (ver tabla):

Table A-1 Rating Ceiling Pressure — p_c , bar

Temperature °C	Class						
	150	300	400	600	900	1500	2500
-29 to 38	20.0	51.7	68.9	103.4	155.1	258.6	430.9
50	19.5	51.7	68.9	103.4	155.1	258.6	430.9
100	17.7	51.5	68.7	103.0	154.6	257.6	429.4
150	15.8	50.3	66.8	100.3	150.6	250.8	418.2
200	13.8	48.6	64.8	97.2	145.8	243.4	405.4
250	12.1	46.3	61.7	92.7	139.0	231.8	386.2
300	10.2	42.9	57.0	85.7	128.6	214.4	357.1
325	9.3	41.4	55.0	82.6	124.0	206.6	344.3
350	8.4	40.3	53.6	80.4	120.7	201.1	335.3
375	7.4	38.9	51.6	77.6	116.5	194.1	323.2
400	6.5	36.5	48.9	73.3	109.8	183.1	304.9
425	5.5	35.2	46.5	70.0	105.1	175.1	291.6
450	4.6	33.7	45.1	67.7	101.4	169.0	281.8
475	3.7	31.7	42.3	63.4	95.1	158.2	263.9
500	2.8	28.2	37.6	56.5	84.7	140.9	235.0
525	1.9	25.8	34.4	51.6	77.4	129.0	214.9
538	1.4	25.2	33.4	50.0	75.2	125.5	208.9
550	[Note (1)]	25.0	33.3	49.8	74.8	124.9	208.0
575	[Note (1)]	24.0	31.9	47.9	71.8	119.7	199.5
600	[Note (1)]	21.6	28.6	42.9	64.2	107.0	178.5
625	[Note (1)]	18.3	24.3	36.6	54.9	91.2	152.0
650	[Note (1)]	14.1	18.9	28.1	42.5	70.7	117.7
675	[Note (1)]	12.4	16.9	25.2	37.6	62.7	104.5
700	[Note (1)]	10.1	13.4	20.0	29.8	49.7	83.0
725	[Note (1)]	7.9	10.5	15.4	23.2	38.6	64.4
750	[Note (1)]	5.9	7.9	11.7	17.6	29.6	49.1
775	[Note (1)]	4.6	6.2	9.0	13.7	22.8	38.0
800	[Note (1)]	3.5	4.8	7.0	10.5	17.4	29.2
816	[Note (1)]	2.8	3.8	5.9	8.6	14.1	23.8

NOTE:

(1) Ratings for flanges and flanged fittings terminate at 538°C (1,000°F).

Fig. 19: Presión admisible en bridas

El material empleado para la línea de 20"/14" según su especificación es el siguiente:

Caepipe : Materials (1) - [Mendoza Navas Francisco-.mod (C:\Documents and Se...]

#	Name	Description	Type	Density (kg/m3)	Nu	Joint factor	Yield (kg/cm2)	#	Temp (C)	E (kg/cm2)	Alpha (mm/mm/C)	Allowable (kg/cm2)
1	A	A53 Grade B	CS	7833	0.3	1.00	2461	1	-198.3	2.208E+6	9.00E-6	1406
2								2	-128.9	2.165E+6	9.63E-6	1406
								3	-73.33	2.123E+6	10.17E-6	1406
								4	21.11	2.074E+6	10.93E-6	1406
								5	93.33	2.025E+6	11.48E-6	1406
								6	148.9	1.990E+6	11.88E-6	1406
								7	204.4	1.948E+6	12.28E-6	1406
								8	260	1.919E+6	12.64E-6	1329
								9	315.6	1.877E+6	13.01E-6	1216
								10	343.3	1.835E+6	13.19E-6	1195
								11	371.1	1.793E+6	13.39E-6	1160
								12	398.9	1.744E+6	13.57E-6	914.0

Fig. 20: Datos Caepipe

Se introduce los datos de la línea a analizar (nombre, diámetro, Schedule, espesor, etc.):

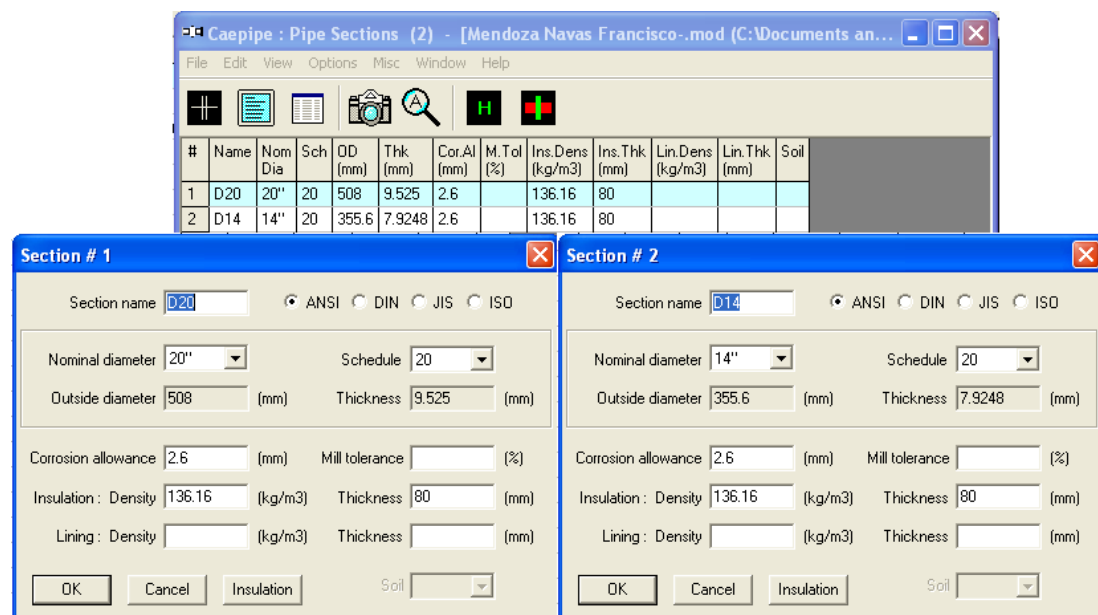


Fig. 21: Datos Caepipe

Introducimos los datos de las bridas de nuestro sistema, dichos datos se adquieren con la base de datos del software específico en el diseño de tuberías Pipe Data Pro versión 9.0:



Fig. 22: Datos Caepipe

3.2. Cálculo de dilataciones

Se procede a calcular las dilataciones que sufren los equipos a los que la línea 20" PW-007-B4-H está conectada.

3.2.1 Dilataciones C-2

3.2.1.1 Desplazamiento axial

$$\Delta y = \Delta_{\text{faldón}} + \alpha \cdot h \cdot (T - T_{\text{amb}})$$

$$\Delta y = 0,31 + 1,1764 \cdot 10^{-5} \cdot 17600 \cdot (130 - 21)$$

$$\Delta y = 22,89 \text{ mm} \approx \underline{22,9 \text{ mm}}$$

3.2.1.2 Desplazamiento radial

$$\Delta R = \alpha \cdot R \cdot (T_{\text{sp}} - T_{\text{amb}})$$

$$\Delta R = 1,1764 \cdot 10^{-5} \cdot 1472 \cdot (130 - 21)$$

$$\Delta R = 1,8875 \text{ mm} \approx \underline{1,9 \text{ mm}}$$

3.2.1.3 Desplazamiento en el punto de soporte

$$\Delta y = \Delta_{\text{faldón}} + \alpha \cdot h \cdot (T - T_{\text{amb}})$$

$$\Delta y = 0,31 + 1,1764 \cdot 10^{-5} \cdot 15763 \cdot (130 - 21)$$

$$\Delta y = 20,5156 \text{ mm} \approx \underline{20,5 \text{ mm}}$$

3.2.2 Dilataciones intercambiador E-2B

3.2.2.1 Desplazamiento axial

$$\Delta y = -A \cdot \alpha \cdot (T_{\text{carcasa}} - T_{\text{amb}}) - B \cdot \alpha \cdot (T_{\text{tubo}} - T_{\text{amb}})$$

$$\Delta y = -739,5 \cdot 1,2034 \cdot 10^{-5} \cdot (167,5 - 21) - 359,5 \cdot 1,1821 \cdot 10^{-5} \cdot (130 - 21)$$

$$\Delta y = 1,7939 \text{ mm} \approx \underline{1,8 \text{ mm}}$$

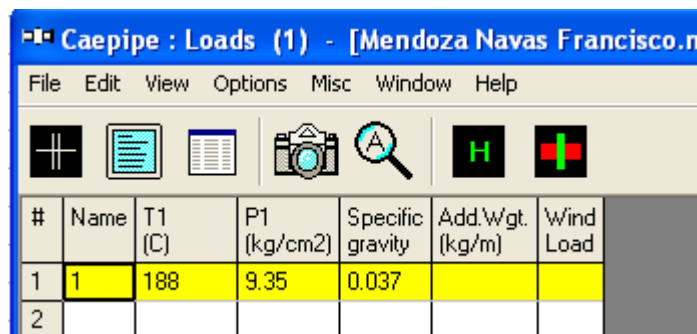
3.2.2.1 Desplazamiento axial

$$\Delta x = (D/2 + R) \cdot \alpha \cdot (T - T_{\text{amb}})$$

$$\Delta x = (917 / 2 + 765) \cdot 1,1821 \cdot 10^{-5} \cdot (138 - 21)$$

$$\Delta x = 1,6921 \text{ mm} \approx \underline{1,7 \text{ mm}}$$

3.3. Análisis para la condición de diseño



#	Name	T1 (C)	P1 (kg/cm2)	Specific gravity	Add. Wgt. (kg/m)	Wind Load
1	1	188	9.35	0.037		
2						

Fig. 23: Datos Caepipe

Una vez modelado nuestro sistema en CAEPIPE, se procederá a introducir los desplazamientos para la conexión N1 del stripper:

The image shows two overlapping dialog boxes from the CAEPIPE software. The top dialog, titled "Anchor at node 10", is for defining stiffness and releases. It has two main sections: "Translational stiffness (kg/cm)" with fields for KX, KY, and KZ, and "Rotational stiffness (kg-cm/deg)" with fields for KXX, KYY, and KZZ. All these fields are set to "Rigid". Below these are checkboxes for "Releases for hanger selection" for X, Y, Z, XX, YY, and ZZ, all of which are unchecked. At the bottom are "OK", "Cancel", and "Displacements" buttons, with a checked "Rigid" checkbox. The bottom dialog, titled "Specified Displacements for Anchor at node 10", is for entering specific displacement values. It has a table with columns for Load, X (mm), Y (mm), Z (mm), XX (deg), YY (deg), and ZZ (deg). The first row, labeled "T1", has values 1.9 in the X column and 22.9 in the Y column, with all other fields empty. It also has "OK" and "Cancel" buttons.

Translational stiffness (kg/cm)			Rotational stiffness (kg-cm/deg)		
KX	KY	KZ	KXX	KYY	KZZ
Rigid	Rigid	Rigid	Rigid	Rigid	Rigid

Releases for hanger selection: ☐ X ☐ Y ☐ Z ☐ XX ☐ YY ☐ ZZ

OK Cancel Displacements ☒ Rigid

Load	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	XX (deg)	YY (deg)	ZZ (deg)
T1	1.9	22.9				

OK Cancel

Fig. 24: Datos Caepipe

A continuación, se procede a introducir los desplazamientos obtenidos para la conexión H del intercambiador E-2B:

The image shows two overlapping dialog boxes from the CAEPIPE software. The top dialog, titled "Anchor at node 260", is for defining stiffness and releases. It has two main sections: "Translational stiffness (kg/cm)" with fields for KX, KY, and KZ, and "Rotational stiffness (kg-cm/deg)" with fields for KXX, KYY, and KZZ. All these fields are set to "Rigid". Below these are checkboxes for "Releases for hanger selection" for X, Y, Z, XX, YY, and ZZ, all of which are unchecked. At the bottom are "OK", "Cancel", and "Displacements" buttons, with a checked "Rigid" checkbox. The bottom dialog, titled "Specified Displacements for Anchor at node 260", is for entering specific displacement values. It has a table with columns for Load, X (mm), Y (mm), Z (mm), XX (deg), YY (deg), and ZZ (deg). The first row, labeled "T1", has values -1.7 in the X column and 1.8 in the Y column, with all other fields empty. It also has "OK" and "Cancel" buttons.

Translational stiffness (kg/cm)			Rotational stiffness (kg-cm/deg)		
KX	KY	KZ	KXX	KYY	KZZ
Rigid	Rigid	Rigid	Rigid	Rigid	Rigid

Releases for hanger selection: ☐ X ☐ Y ☐ Z ☐ XX ☐ YY ☐ ZZ

OK Cancel Displacements ☒ Rigid

Load	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	XX (deg)	YY (deg)	ZZ (deg)
T1	-1.7	1.8				

OK Cancel

Fig. 25: Datos Caepipe

Se muestra la línea transfer line modelada en CAEPIPE, sin ningún tipo de soporte:

#	Node	Type	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	Matl	Sect	Load	Data
1	Title = B01-PW-007-B4								
2	10	From							Anchor
3	12		360			A	D20	1	Flange
4	15	Bend	762			A	D20	1	
5	20			-762		A	D20	1	
6	25	Bend		-314		A	D20	1	
7	30		-223	-223		A	D20	1	
8	35	Bend	-223	-223		A	D20	1	
9	40			-314		A	D20	1	
10	42			-300		A	D20	1	
11	44	From		-2136					Anchor
12	46		676			A	D20	1	
13	47			-8000		A	D20	1	
14	50			-6030		A	D20	1	
15	60	Bend		-762		A	D20	1	
16	70		762			A	D20	1	
17	77		500			A	D20	1	
18	80		2080			A	D20	1	
19	90	Bend	762			A	D20	1	
20	100				-762	A	D20	1	
21	103				-1000	A	D20	1	
22	110				-4176	A	D20	1	
23	120	Bend			-762	A	D20	1	
24	130		-762			A	D20	1	
25	140		-1390			A	D20	1	
26	140	Location							
27	140	Location							
28	145		-1000			A	D20	1	
29	150		-160			A	D20	1	Flange
30	160		-160			A	D20	1	Flange
31	165		-1000			A	D20	1	
32	170		-5192			A	D20	1	
33	175		-2000			A	D20	1	
34	180	Reducer	-508			A	D14	1	
35	190	Bend	-352			A	D14	1	
36	200		-196	-196		A	D14	1	
37	210		-96	-193		A	D14	1	
38	210	Location							
39	220	Bend	-267	-462		A	D14	1	
40	230				-534	A	D14	1	
41	240	Valve			-633	A	D14	1	
42	250	Bend			-534	A	D14	1	
43	255				-534	A	D14	1	Flange
44	260				-348	A	D14	1	Anchor

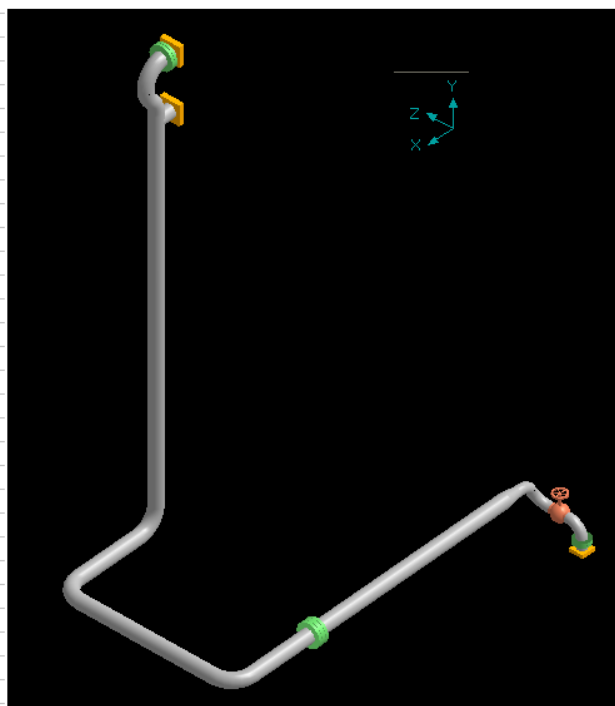


Fig. 26: Datos Caepipe

A continuación, analizados nuestro sistema sin instalar ningún tipo de soporte, en el cual podremos ver cómo se comporta la línea de 20”:

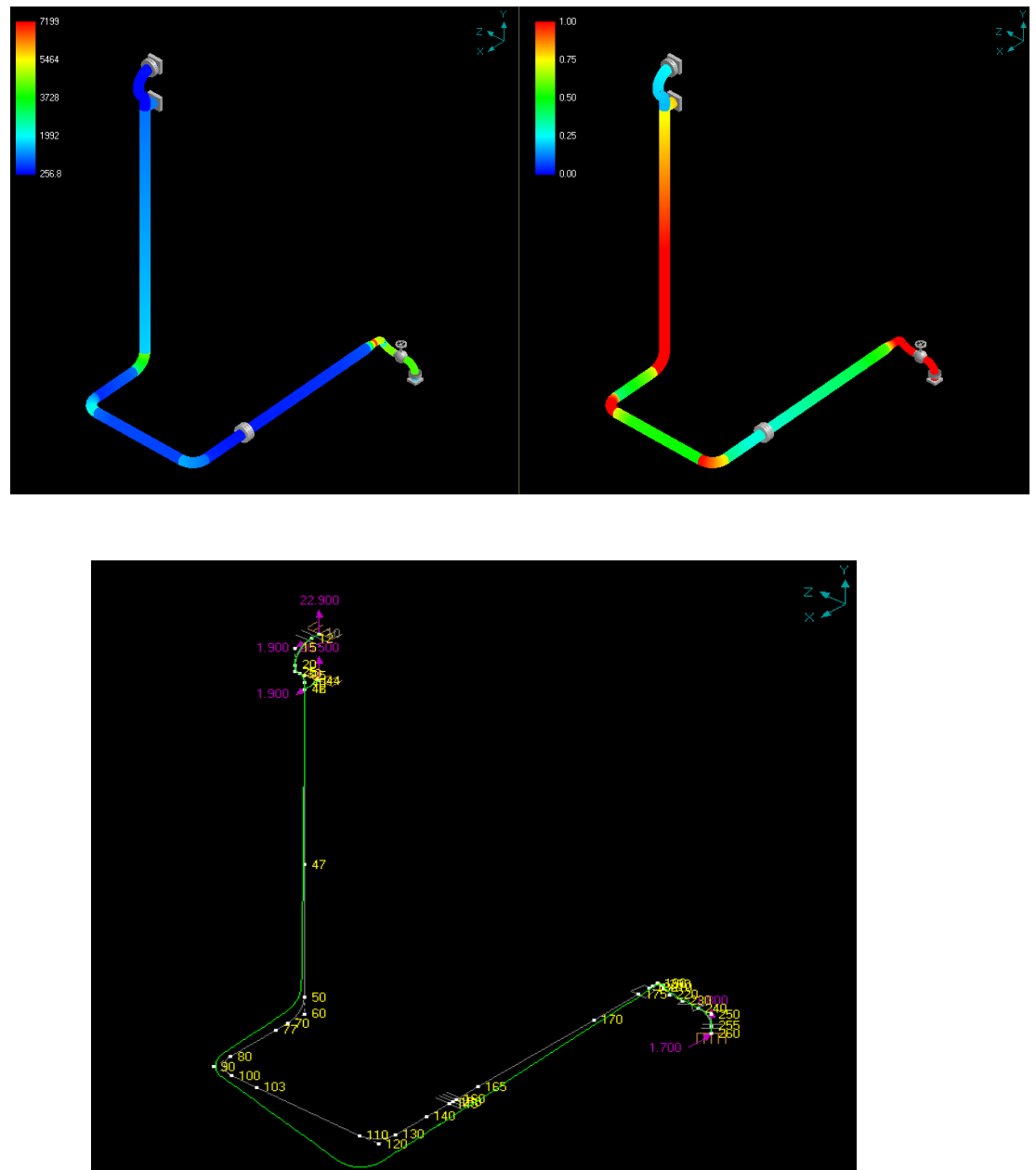


Fig. 27: Datos Caepipe

Como se ha podido ver, el sistema requiere de alguna soportación, ya que los desplazamientos generados son bastante altos, la flexibilidad inherente se encuentra totalmente fuera de rango de aceptación, entre otras cosas, por lo que a continuación procedemos a la soportación de nuestro sistema, en función de los parámetros que se aprecian en el primer análisis.

3.3.1. Consideraciones

A continuación, se procede a implantar diferentes tipos de soportes en nuestro sistema para satisfacer las necesidades de flexibilidad de nuestra línea.

- Instalamos un soporte tipo muelle de carga variable cerca del intercambiador de calor 600-E-2-A/B, este tipo de soporte tiene la función de absorber el desplazamiento vertical del mismo. Este soporte también sería recomendable para condiciones de mantenimiento por si hubiese que realizar el desmontaje de las tuberías que conectan con el distribuidor.
- Existe una diferencia de temperatura de operación entre la columna 600-C-2 y la transfer line:

T operación 600-C-2 => 130 °C

T operación 20"-PW-007 => 168 °C

Diferencia de temperatura => 38 °C

Esta diferencia de temperatura entre ambos elementos supone unos esfuerzos que habrán de ser absorbidos por medio de la flexibilidad inherente del trazado o por medio de un muelle, de forma que los esfuerzos que se transmitan a la conexión N1 sean admisibles.

Además, al ser una línea de gran tamaño hay que colocar un soporte flexible, tipo muelle, en un punto de la bajada.

- Instalaremos un soporte (anclado a la columna) que soporte el peso de la línea al mínimo de la salida de la conexión N1 del 600-C-2, es decir que debe ser un soporte con restricción del movimiento en “Y” y “X”.
- En la bajada de nuestra línea de 20” (después de la colocación del soporte anclado en la torre 600-C-2) se coloca una guía para evitar el movimiento horizontal por acciones como el viento.
- Instalaremos un soporte de apoyo simple limit stop para apoyar la línea en peso muerto y así darle flexibilidad inherente.
- Instalaremos un soporte de apoyo simple limit stop para apoyar la línea en peso muerto, pero también colocamos unas restricciones en el eje “Z”.
- Por último colocaremos un soporte tipo muelle para controlar los movimientos de la línea en el eje “Y”
- Es importante resaltar, que el propio loop de expansión de nuestra línea al entrar en el rack, dota al sistema de flexibilidad.

A continuación, instalamos los soportes que hemos visto oportuno para poder realizar nuestro análisis a la transfer line:

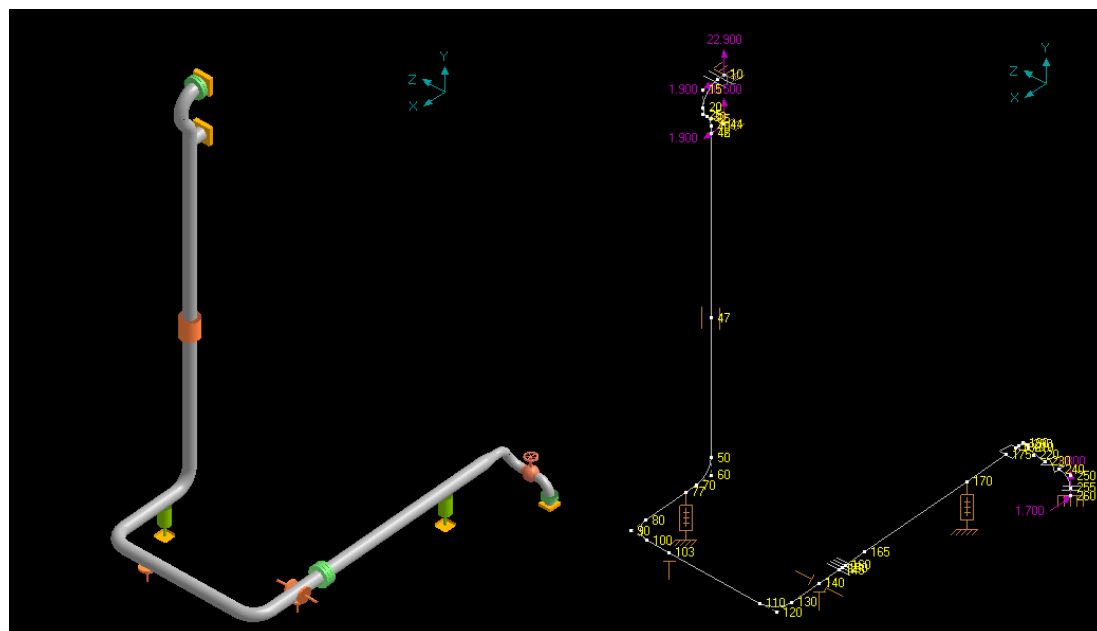


Fig. 28: Datos Caepipe

#	Node	Type	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	Matl	Sect	Load	Data
1	Title = 20"-PW-007-B4								
2	10	From							Anchor
3	12		360			A	D20	1	Flange
4	15	Bend	762			A	D20	1	
5	20			-762		A	D20	1	
6	25	Bend		-314		A	D20	1	
7	30		-223	-223		A	D20	1	
8	35	Bend	-223	-223		A	D20	1	
9	40			-314		A	D20	1	
10	42			-300		A	D20	1	
11	44	From		-2136					Anchor
12	46		676			A	D20	1	
13	47			-8000		A	D20	1	Guide
14	50			-6030		A	D20	1	
15	60	Bend		-762		A	D20	1	
16	70		762			A	D20	1	
17	77		500			A	D20	1	Hanger
18	80		2080			A	D20	1	
19	90	Bend	762			A	D20	1	
20	100				-762	A	D20	1	
21	103				-1000	A	D20	1	Limit stop
22	110				-4176	A	D20	1	
23	120	Bend			-762	A	D20	1	
24	130		-762			A	D20	1	
25	140		-1390			A	D20	1	Limit stop
26	140	Location							Limit stop
27	140	Location							Limit stop
28	145		-1000			A	D20	1	
29	150		-160			A	D20	1	Flange
30	160		-160			A	D20	1	Flange
31	165		-1000			A	D20	1	
32	170		-5192			A	D20	1	Hanger
33	175		-2000			A	D20	1	
34	180	Reducer	-508			A	D14	1	
35	190	Bend	-352			A	D14	1	
36	200		-196	-196		A	D14	1	
37	210		-96	-193		A	D14	1	
38	210	Location							
39	220	Bend	-267	-462		A	D14	1	
40	230				-534	A	D14	1	
41	240	Valve			-633	A	D14	1	
42	250	Bend			-534	A	D14	1	
43	255			-534		A	D14	1	Flange
44	260			-348		A	D14	1	Anchor

Fig. 29: Datos Caepipe

Al ser un sistema caliente $T > 150^{\circ}\text{C}$, la flexibilidad inherente aunque podemos decir que se encuentra en el límite, está dentro del rango de aceptación (0.5-0.7).

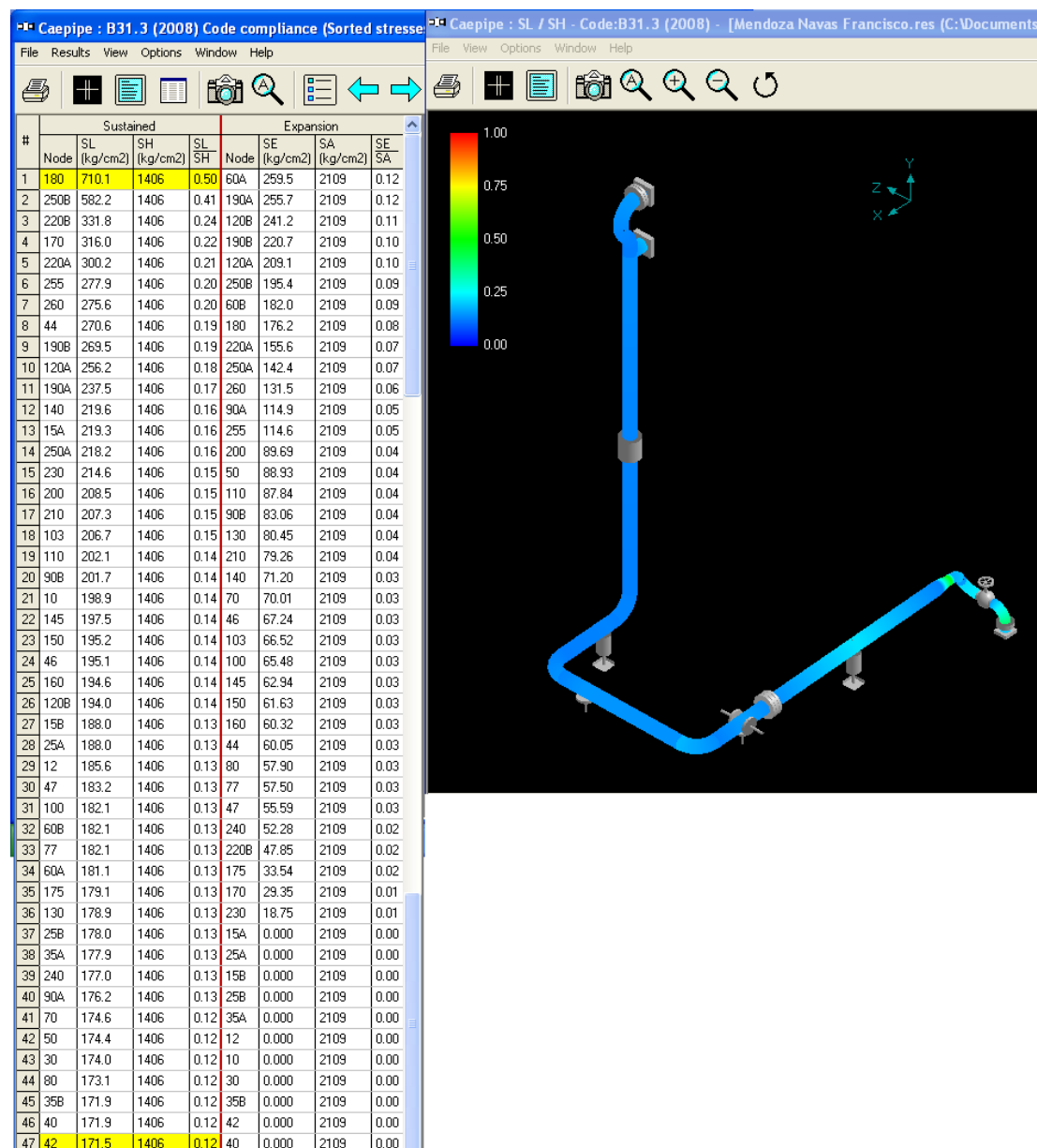


Fig. 30: Datos Caepipe

A continuación, se observan los datos de los desplazamientos en sostenido, al observar los resultados, vemos que el valor de desplazamiento mayor que obtenemos es de 2 mm cerca de la tobera del intercambiador, este desplazamiento lo controlamos con el soporte tipo muelle que se ha instalado anteriormente.

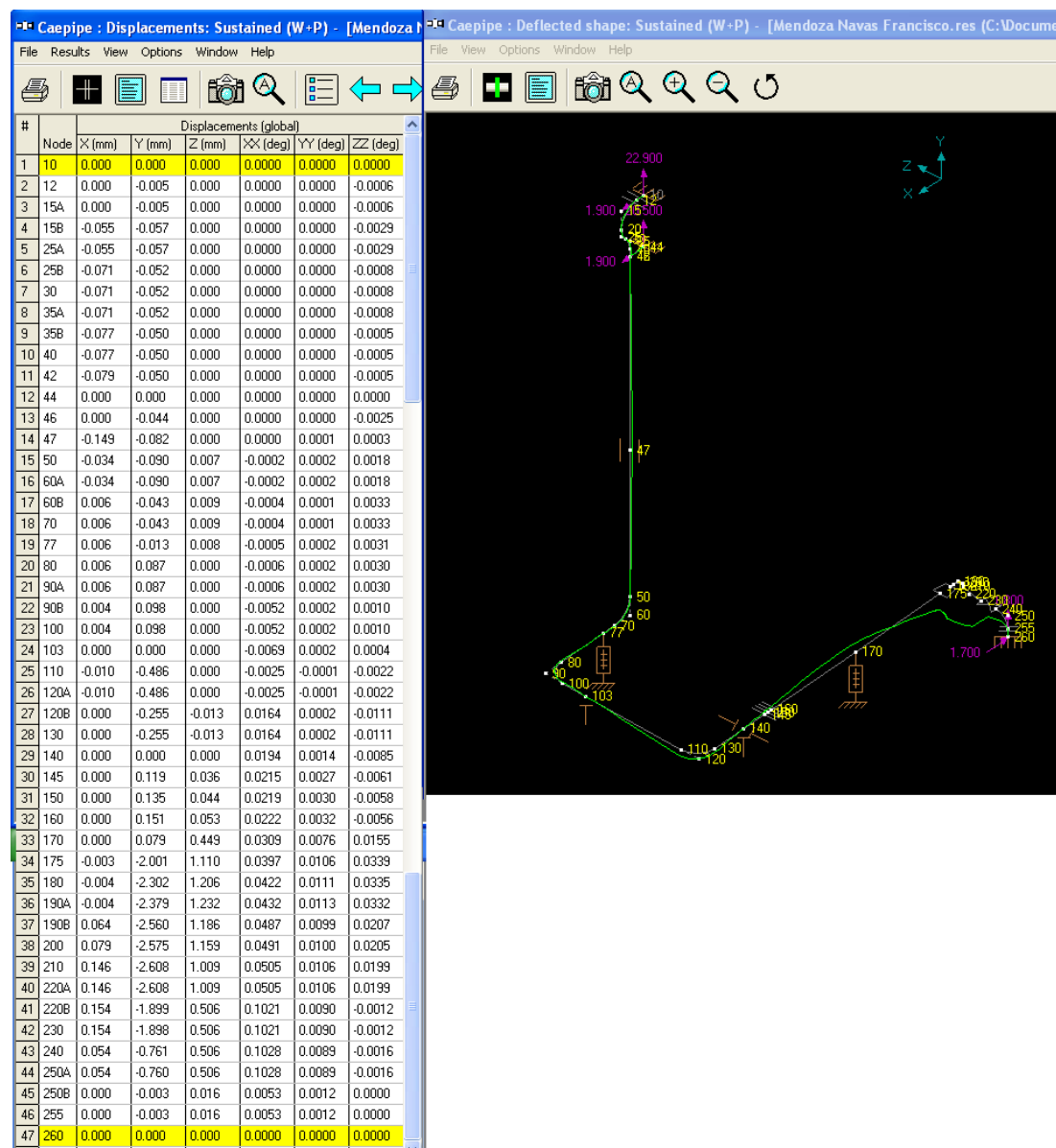


Fig. 31: Datos Caepipe

Con los resultados de la frecuencia natural del sistema, vemos que al ser mayor a 1Hz, nuestro sistema es lo suficientemente rígido para que no se tenga que añadir más soportes.

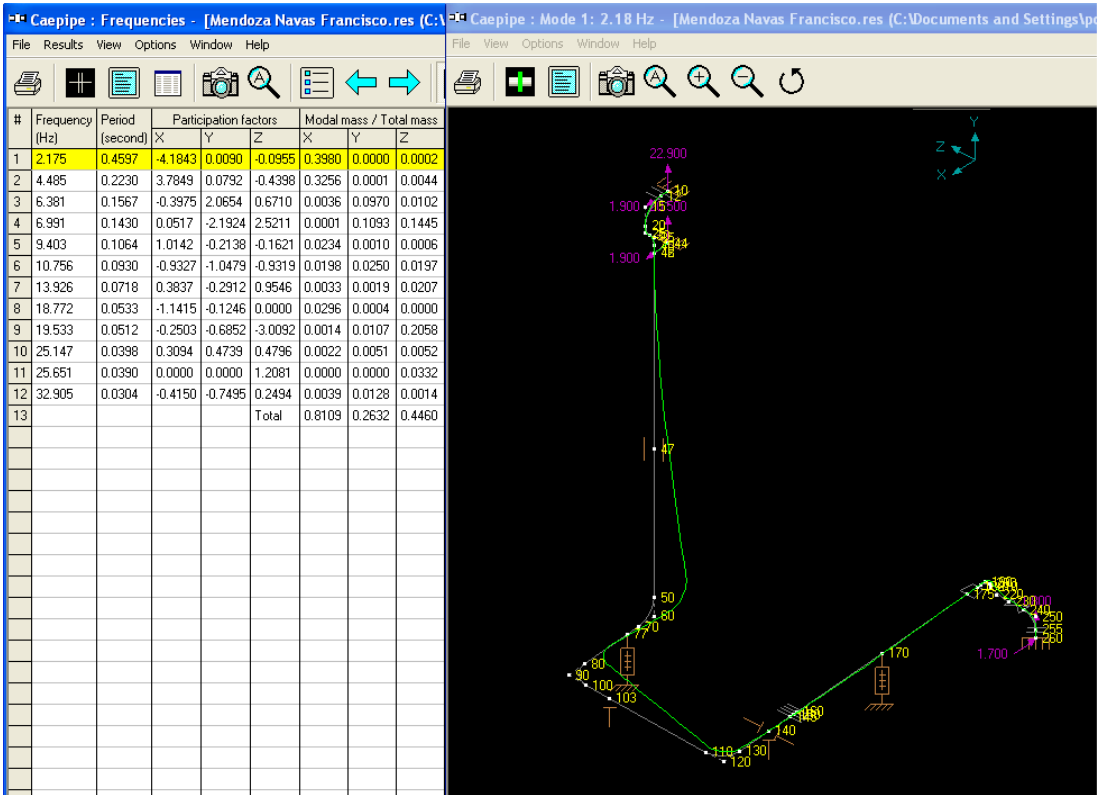


Fig. 32: Datos Caepipe

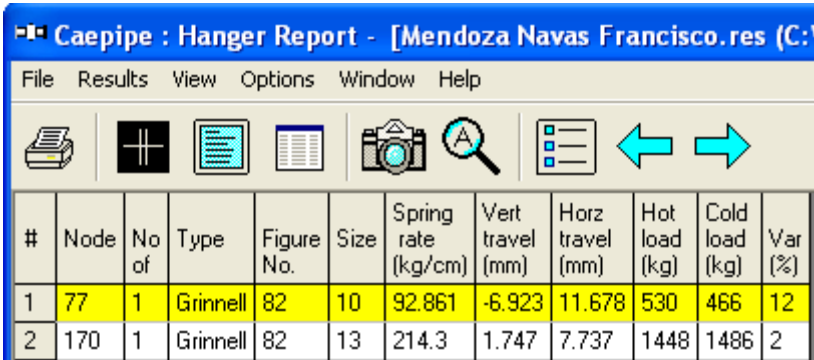


Fig. 33: Datos Caepipe

En el software de CAEPIPE, nos proporciona unas presiones en bridas elevadas según el programa, pero observando la tabla inicialmente adjuntada vemos que se encuentra dentro del rango de 13,5 bar, por lo que los valores obtenidos son completamente válidos y aceptables.

Caepipe : Flange Report - [Mendoza Navas Francisco.res (C:]								
File Results View Options Window Help								
#	Node	Pressure (kg/cm ²)	Bending moment (kg-m)	Axial force (kg)	Gasket diameter (mm)	Flange Pressure (kg/cm ²)	Allowable Pressure (kg/cm ²)	Flange Pressure Allowable
1	255	9.35	1053	1497	535	13.5		
2	150	9.35	865	579	775	10.4		
3	160	9.35	848	579	775	10.4		
4	12	9.35	190	0	700	9.63		

Caepipe : Support load summary for anchor at node 10 - [Mendoza Navas Francisco.res (C:]							Caepipe : Support load summary for anchor at node 44 - [Mendoza Navas Francisco.res (C:]						
File Results View Options Window Help							File Results View Options Window Help						
Load combination	FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg-m)	MY (kg-m)	MZ (kg-m)	Load combination	FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg-m)	MY (kg-m)	MZ (kg-m)
Sustained	0	-527	0	0	0	-370	Sustained	2	-2124	-1	2	2	-1335
Operating1	0	-527	0	0	0	-370	Operating1	-119	-1525	49	-840	-674	-1388
Maximum	0	-527	0	0	0	-370	Maximum	2	-1525	49	2	2	-1335
Minimum	0	-527	0	0	0	-370	Minimum	-119	-2124	-1	-840	-674	-1388

Caepipe : Support load summary for anchor at node 260 - [Mendoza Navas Francisco.res (C:]							Caepipe : Support load summary for guide at node 47 - [Mendoza Navas Francisco.res (C:]						
File Results View Options Window Help							File Results View Options Window Help						
Load combination	FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg-m)	MY (kg-m)	MZ (kg-m)	Load combination	fx (kg)	fy (kg)	fz (kg)			
Sustained	114	-1344	-16	719	128	-28	Sustained	0	0	0			
Operating1	-579	-1527	-69	961	-570	573	Operating1	-40	0	-133			
Maximum	114	-1344	-16	961	128	573	Maximum	0	0	0			
Minimum	-579	-1527	-69	719	-570	-28	Minimum	-40	0	-133			

Caepipe : Support load summary for hanger at node 77			Caepipe : Support load summary for hanger at node 170		
File Results View Options Window Help			File Results View Options Window Help		
Load combination	Load (kg)		Load combination	Load (kg)	
Sustained	-466		Sustained	-1484	
Operating1	-530		Operating1	-1448	
Maximum	-466		Maximum	-1448	
Minimum	-530		Minimum	-1484	

Fig. 34: Datos Caepipe

3.4. Análisis para la prueba hidráulica

La temperatura a la cual se realiza la prueba, se asume que la temperatura del fluido (agua), se encuentra a temperatura ambiente, por lo que no existirá dilataciones en el sistema ni en los equipos.

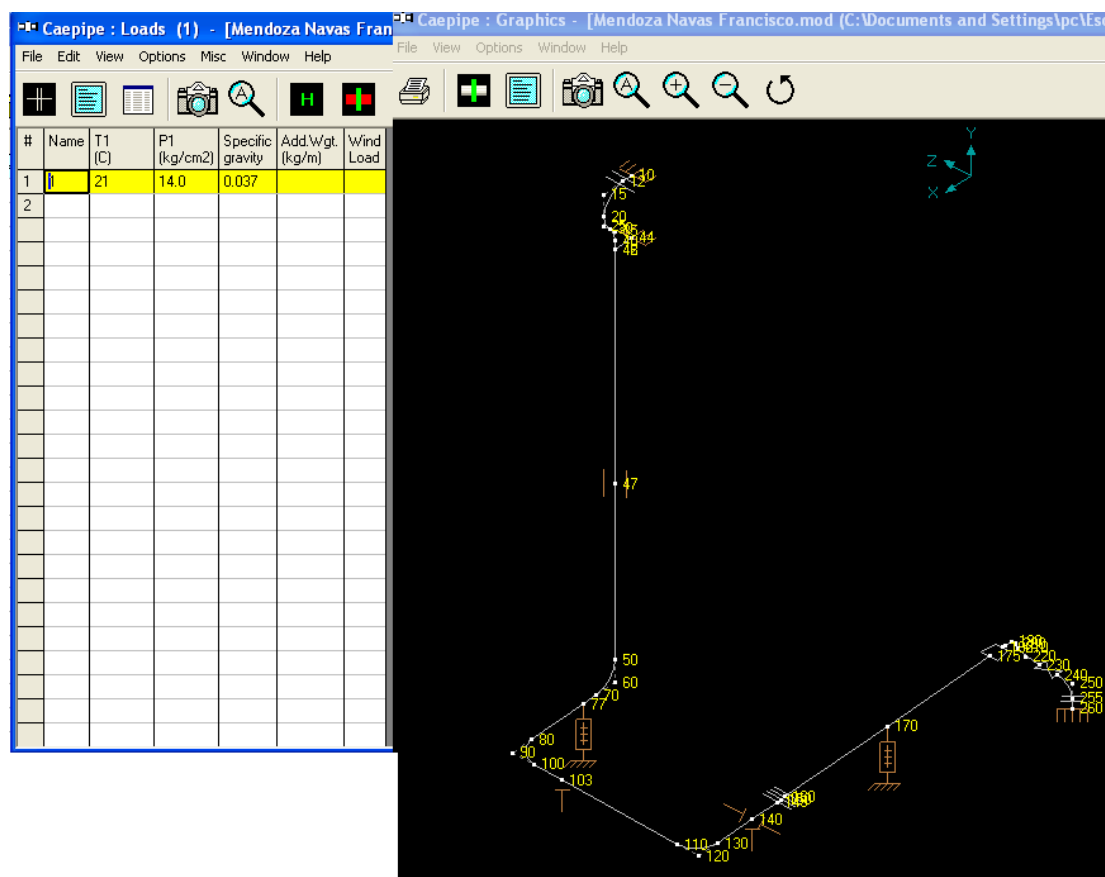


Fig. 35: Datos Caepipe

Al no haber variación en la temperatura, no se producirán dilataciones y por tanto $SE/SA=0$.

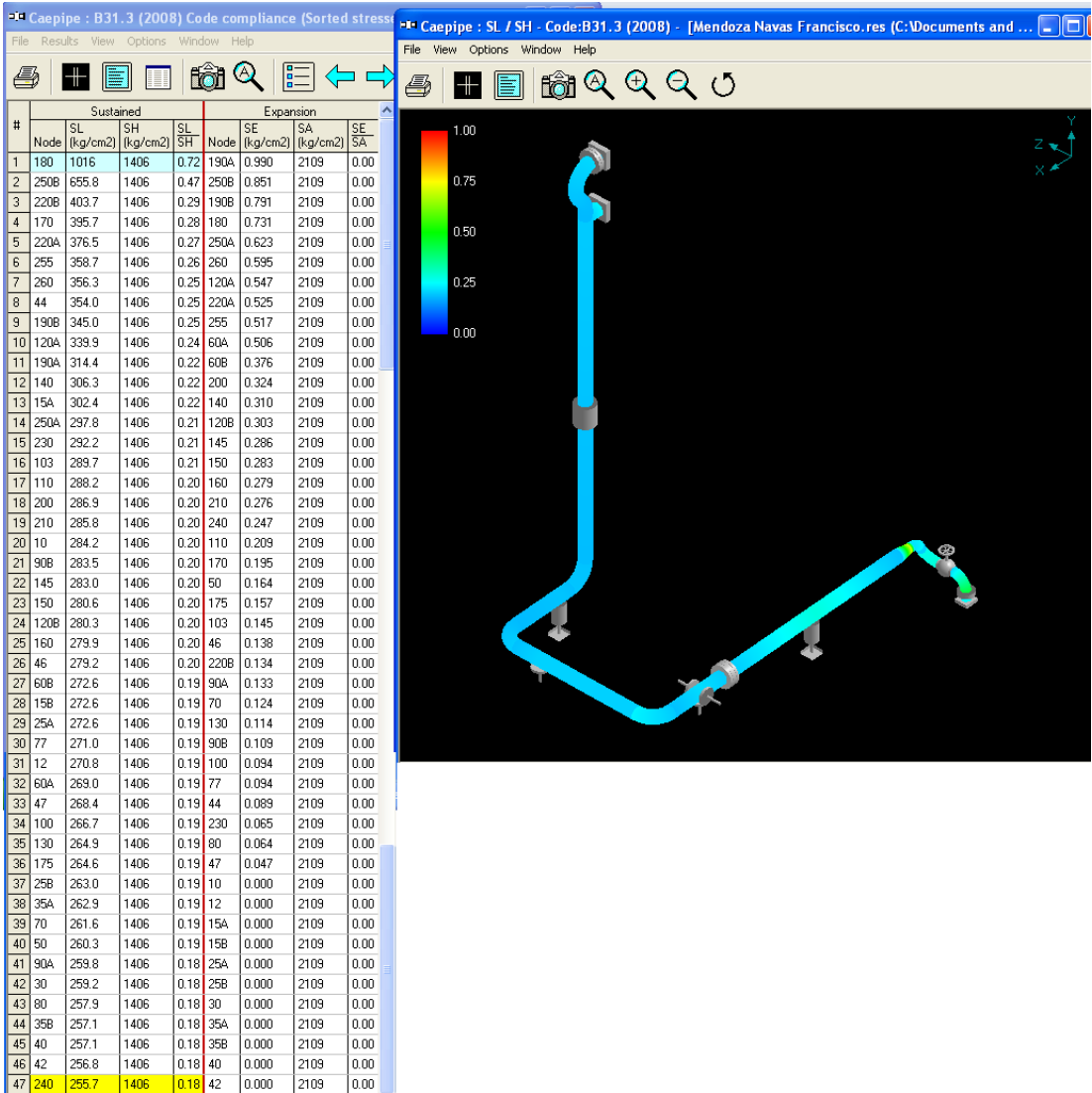


Fig. 36: Datos Caepipe

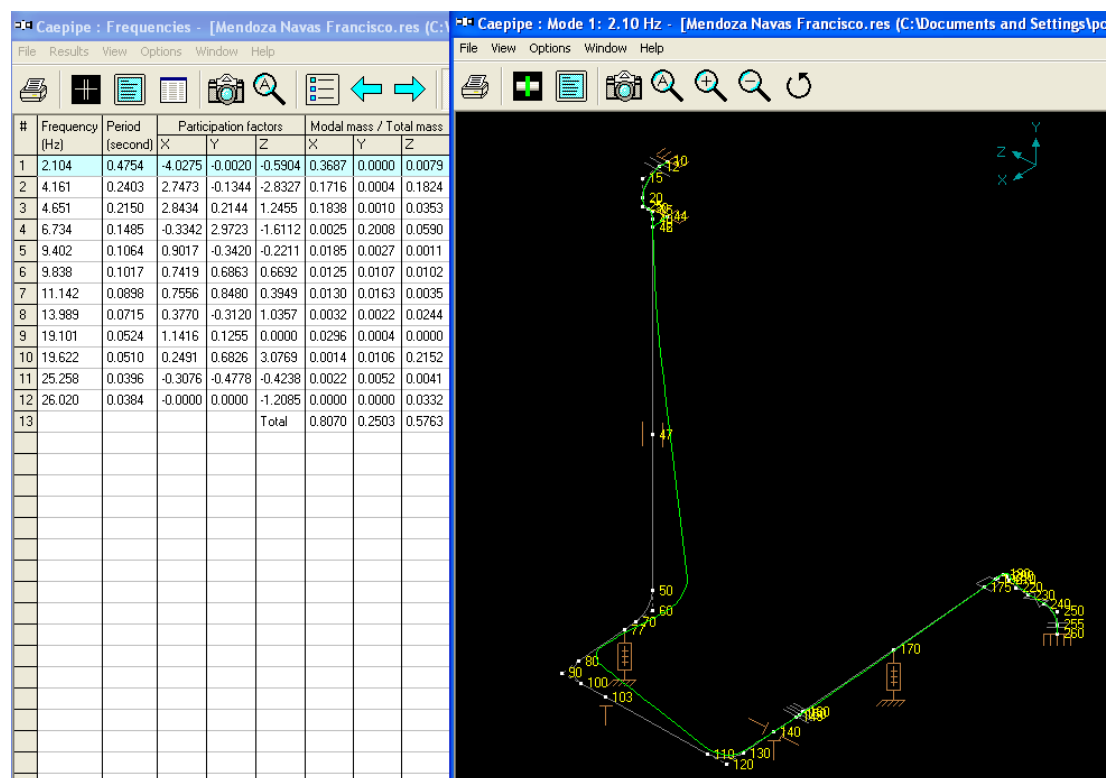


Fig. 36: Datos Caepipe

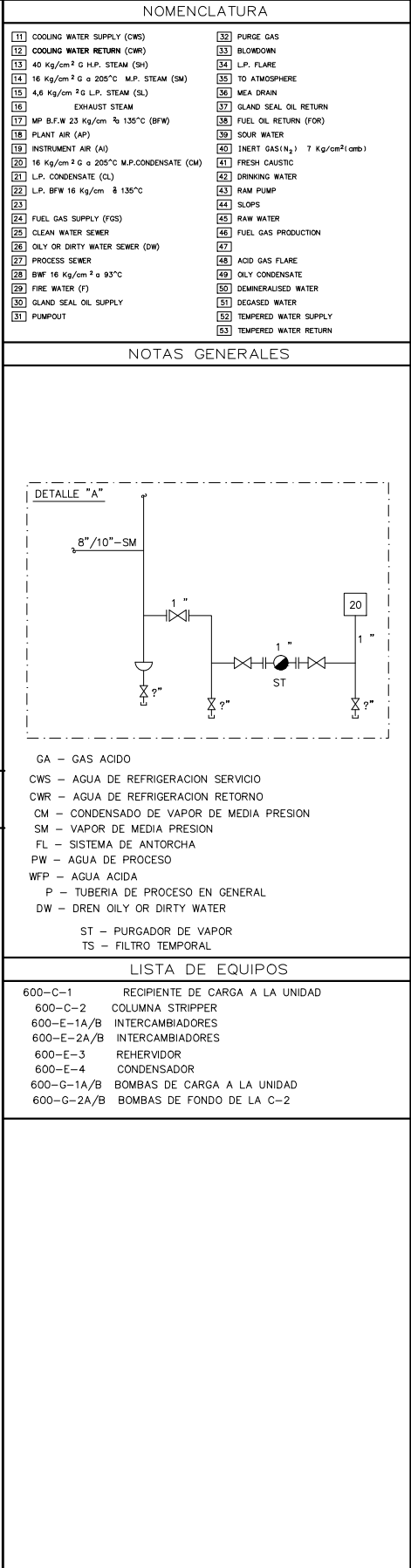
3.5. Conclusión



Los soportes utilizados en cada caso son los adecuados para llevar a cabo la correcta soportación de la línea 20" PW-007-B4-H, manteniendo los esfuerzos transmitidos a tubería y tubuladuras de equipos son valores aceptables. Además, los desplazamientos que experimenta la línea como consecuencia de la dilatación térmica no condicionan a otras líneas ni estructuras del entorno. Por último, se comprueba que los valores de frecuencia natural son válidos para controlar los posibles efectos dinámicos sobre el sistema.

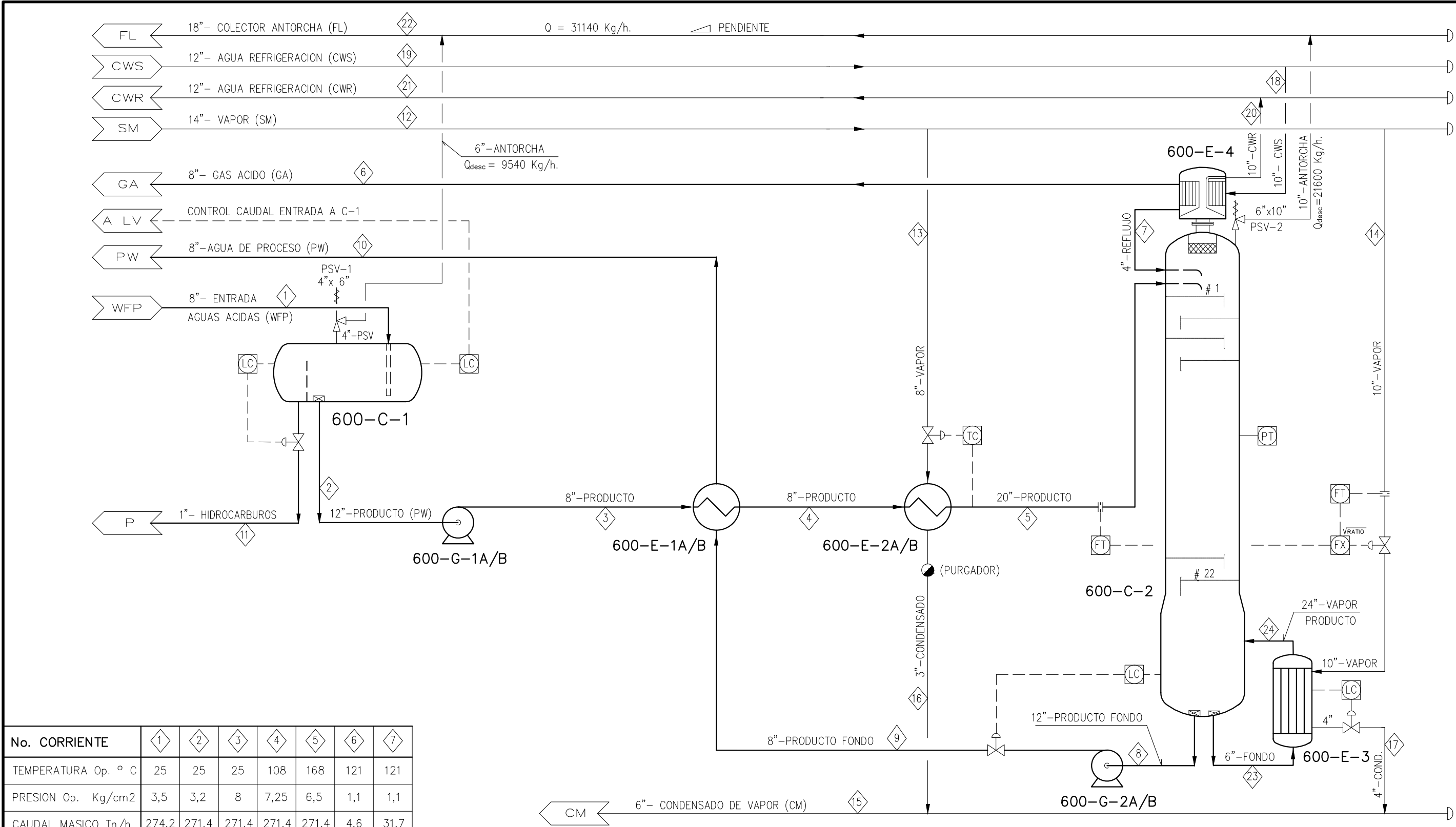
ANEXO 1

INFORMACIÓN

DE PARTIDA





<div><div></div><div>?</div></div>		FECHA	NOMBRE	FIRMA	<div><div>ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS</div><div>INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL</div></div>
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS			
COMPROBADO					
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600				
FMN	DENOMINACIÓN DEL PLANO: P&ID (UZ-TF-600-A-0000)				<div>PLANO Nº: 1</div> <div>HOJA Nº: 1-1</div>



No. CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7
TEMPERATURA Op. ° C	25	25	25	108	168	121	121
PRESION Op. Kg/cm2	3,5	3,2	8	7,25	6,5	1,1	1,1
CAUDAL MASICO Tn/h.	274,2	271,4	271,4	271,4	271,4	4,6	31,7
CAUDAL VOLUM. m3/h.	275	272,3	272,3	284,9	7307,7	3983,4	33,7
VISCOSIDAD cP.	0,89	0,89	0,89	0,26	0,15	0,013	0,23
DENSIDAD kg/m3.	997	997	997	953	37	1,16	942

No. CORRIENTE	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
TEMPERATURA Op. ° C	130	130	46,5	25	205	205	205	205	205	205	31	31	41	41	195	130	130
PRESION Op. Kg/cm2	1,75	15	14,5	3,2	16	16	16	16	16	16	4,6	4,6	4	4	0,3	1,75	1,72
CAUDAL MASICO Tn/h.	266,8	266,8	266,8	2,74	90,3	36	54,3	90,3	36	54,3	834,1	834,1	834,1	834,1	31,14	55,2	55,2
CAUDAL VOLUM. m3/h.	285,5	284,2	268,1	3,5	10677	4257	6420	104,9	41,8	63,1	837,8	837,8	840,9	840,9	4455	59	36500
VISCOSIDAD cP.	0,21	0,22	0,734	8	0,016	0,016	0,016	0,132	0,132	0,132	0,781	0,781	0,641	0,641	0,015	0,212	0,013
DENSIDAD kg/m3.	934,5	938,8	995	780	8,46	8,46	8,46	861	861	861	996	996	992	992	6,99	934,5	1,51

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS			
COMPROBADO					
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600				
	DENOMINACIÓN DEL PLANO: PFD (UZ-TF-600-A-0000)				
					PLANO Nº: 1
					HOJA Nº: 1-1

MATERIAL EMITIDO SOLO A EFECTO DOCENTE. EL PROCESO REPRESENTADO NO ESTA BASADO EN NINGUNA LICENCIA REAL.

ACCESORIO	DIAMETRO	EXTREMO TIPO	SCHEDULE O RATING	MATERIAL y/O ESPECIFICACION	NORMAS	NOTAS		
TUBO	3/4" - 1 1/2"	EXTREMOS PLANOS (PE)	Sch. 80	ACERO SIN COSTURA (SEAMLESS) ASTM A - 53 Gr.B Tipo S API - 5L Gr.B	ASME B 36.10			
	2" - 6"	EXTREMOS BISELADOS (BE)	Sch. 40					
	8" - 24"		Sch. 20					
	26" & MAYORES		A CALCULAR					
NIPPLE	1/2" - 3/4"	T.O.E.	Sch. 80	ACERO SIN COSTURA ASTM A - 106 Gr. B	---			
	3/4" - 1 1/2"	P.E.						
NIPPLE REDUCTOR CONCENTRICO	1 1/2" Y MENOR	P.E.	Sch. 80	ACERO SIN COSTURA ASTM A - 106 Gr. B	BS-3799			
NIPPLE REDUCTOR EXCENTRICO	3" y 2" x 1 1/2" Y MENOR	B.L.E. / P.S.E.	Sch. 40					
		B.L.E. / P.S.E.	Sch. 80					
UNION	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD (SW)	3000 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A - 105	BS-3799			
CODO 90°					ASME B 16.11			
CODO 45°					BS-3799			
CAP								
MANGUITO REDUCTOR					ASME B 16.11			
TEE								
MANGUITO REDUCTOR INSERTO								
SOCKET					BONNEY FORGE			
LATROLET								
ELBOLET								
THREDOLET	3/4"	SCREWED (SCR)		ASTM A - 576 Gr.1525	ASME B 16.11			
CAP	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD			BS-3799			
BOSS								
CODO 90°	2" - 6" 8" - 24"	EXTREMOS BISELADOS (BE)	Sch. 40 Sch. 20	ACERO CONFORMADO ASTM A - 234 Gr. WPB	ASME B 16.9			
CODO 45°								
CAP								
REDUCTOR CONCENTRICO								
REDUCTOR EXCENTRICO								
TEE								
WELDOLET	2" - 6"		Sch. 40	ASTM A - 105	BONNEY FORGE			
	8" - 24"		Sch. 20					
BRIDA SOCKET WELD	3/4" - 1 1/2"	1/4" R.F.	150 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A - 105	ASME B 16.5			
BRIDA WELD NECK	2" & MAYORES		300 Lb.					
BRIDA CIEGA								
BRIDAS ORIFICIO	3/4" - 12"	F.F.	150 Lb.	ASTM A - 516 Gr. 60				
DISCO REVERSIBLE	14" - 24"							
DISCO CIEGO								
DISCO ESPACIADOR								
JUNTA ESPIROMET.	TOODS TAMAÑOS	1/4" R.F.	150 Lb.	ASME B16.20 EXCEPTO ESPIRAS QUE SERAN AISI 316 Ti. Cb o L	ASME B16.20			
PERNOS CON 2 TUERCAS	1/2" & MAYORES	---	---	ACERO ALEADO CON 2 TUERCAS EX. ASTM A-193 Gr. B7 CON ASTM A-194 Gr. 2H	ASME B 1.1			
VALVULA DE COMPUERTA	1/2" - 1 1/2"	SOCKET WELD	800 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A-105	API - 602			
	2" - 24"	BRIDADA 1/4" R.F.	150 Lb.	FUNDICION ASTM A - 216 WCB	API - 600			
VALVULA DE GLOBO	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	800 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A-105	BS - 5352			
	2" - 8"	BRIDADA 1/4" R.F.	150 Lb.	FUNDICION ASTM A - 216 WCB	BS - 1873			
VALVULA DE RETENCION	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	800 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A-105	BS - 5352			
	2" - 24"	BRIDADA 1/4" R.F.	150 Lb.	FUNDICION ASTM A - 216 WCB	BS - 1868			
VALVULA MARIPOSA	8" - 24"	ENTRE BRIDAS	150 Lb.	FUNDICION ASTM A - 216 WCB	API - 609			
-PFC 2015-				RATING BRIDAS: S/ASME B16.5 150 Lb. C.S.				
				LIMITE DE TEMPERATURA: 0°C - 232°C				
				TOLERANCIA NOMINAL DE CORROSION: 1/16"				
				CODIGO DE DISEÑO: ASME B 31.3 (2002)				
TITULO				UTILIZAR BRIDAS SW EN LUGAR DE TUERCAS DE UNION				
ESPECIFICACION DE TUBERIA "B-1"								

MATERIAL EMITIDO SOLO A EFECTO DOCENTE. EL PROCESO REPRESENTADO NO ESTA BASADO EN NINGUNA LICENCIA REAL.

ACCESORIO	DIAMETRO	EXTREMO TIPO	SCHEDULE O RATING	MATERIAL Y/O ESPECIFICACION	NORMAS	NOTAS
TUBO	3/4" - 1 1/2"	EXTREMOS PLANOS (PE)	Sch. 80	ACERO SIN COSTURA (SEAMLESS) ASTM A - 53 Gr. B Tipo S API - 5L Gr. B	ASME B 36.10	
	2" - 6"	EXTREMOS BISELADOS (BE)	Sch. 40			
	8" - 24"		Sch. 20			
	26" & MAYORES		A CALCULAR			
NIPPLE	1/2" - 3/4"	T.O.E.	Sch. 80	ACERO SIN COSTURA ASTM A - 106 Gr. B	---	
	3/4" - 1 1/2"	P.E.				
NIPPLE REDUCTOR CONCENTRICO	1 1/2" Y MENOR	P.E.	Sch. 80	ACERO SIN COSTURA ASTM A - 106 Gr. B ASTM A-576 Gr 1525	BS-3799	
	3" y 2" x 1 1/2" Y MENOR	B.L.E. / P.S.E.	Sch. 40			
NIPPLE REDUCTOR EXCENTRICO		B.L.E. / P.S.E.	Sch. 80			
UNION	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD (SW)	3000 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A - 105	BS-3799	
CODO 90°					ASME B 16.11	
CODO 45°					BS-3799	
CAP						
MANGUITO REDUCTOR					ASME B 16.11	
TEE					BONNEY FORGE	
MANGUITO REDUCTOR INSERTO						
SOCKET						
LATROLET						
ELBOW			3/4"		SCREWED (SCR)	
THREDOLET	3/4" - 1 1/2"		ASTM A - 576 Gr.1525	ASME B 16.11 BS-3799		
CAP		SOCKET WELD				
BOSS						
CODO 90°	2" - 6"	EXTREMOS BISELADOS (BE)	Sch. 40	ACERO CONFORMADO ASTM A - 234 Gr. WPB	ASME B 16.9	
CODO 45°						
CAP						
REDUCTOR CONCENTRICO						
REDUCTOR EXCENTRICO						
TEE						
WELDOLET	2" - 6"		Sch. 40	ASTM A - 105	BONNEY FORGE	
	8" - 24"		Sch. 20			
NOZZLE WELD	14" & MAYORES	- - -	- - -	SEGUN FABRICANTE	VER TABLA REFUERZOS	
BRIDA SOCKET WELD	3/4" - 1 1/2"	1/16" R.F.	150 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A - 105	ASME B 16.5	
BRIDA WELD NECK	2" & MAYORES		300 Lb.			
BRIDA CIEGA						
BRIDAS ORIFICIO	3/4" - 12"	F.F.	150 Lb.	ASTM A - 516 Gr. 60		
DISCO REVERSIBLE	14" - 24"					
DISCO CIEGO						
DISCO ESPACIADOR						
JUNTA ESPIROMET.	TOODOS TAMAÑOS	1/16" R.F.	150 Lb.	ASME B16.20 EXCEPTO ESPIRAS QUE SERAN AISI 316 Ti. Cb o L	ASME B16.20	
PERNOS CON 2 TUERCAS	1/2" & MAYORES	---	---	ACERO ALEADO CON 2 TUERCAS EX. ASTM A-193 Gr. B7 CON ASTM A-194 Gr. 2H	ASME B 1.1	
VALVULA DE COMPUERTA	1/2" - 1 1/2"	SOCKET WELD	800 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A-105	API - 602	
	2" - 24"	BRIDADA 1/16" R.F.	150 Lb.	FUNDICION ASTM A - 216 WCB	API - 600	
VALVULA DE GLOBO	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	800 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A-105	BS - 5352	
	2" - 8"	BRIDADA 1/16" R.F.	150 Lb.	FUNDICION ASTM A - 216 WCB	BS - 1873	
VALVULA DE RETENCION	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	800 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A-105	BS - 5352	
	2" - 18"	BRIDADA 1/16" R.F.	150 Lb.	FUNDICION ASTM A - 216 WCB	BS - 1868	
VALVULA DE BOLA	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	800 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A-105	BS - 5351	
	2" - 6"	ENTRE BRIDAS	150 Lb.	FUNDICION ASTM A - 216 WCB		
-PFC 2015-				RATING BRIDAS: S/ASME B16.5 150 Lb. C.S.		
				LIMITE DE TEMPERATURA: 0°C - 399°C		
				TOLERANCIA NOMINAL DE CORROSION: 1/16"		
				CODIGO DE DISEÑO: ASME B 31.3 (2002)		
				UTILIZAR BRIDAS SW EN LUGAR DE TUERCAS DE UNION		
TITULO						
ESPECIFICACION DE TUBERIA "B-4"						

ACCESORIO	DIAMETRO	EXTREMO TIPO	SCHEDULE O RATING	MATERIAL y/O ESPECIFICACION	NORMAS	NOTAS
TUBO	3/4" - 1 1/2"	EXTREMOS PLANOS (PE)	Sch. 80	ACERO SIN COSTURA (SEAMLESS) ASTM A - 106 Gr. B	ASME B 36.10	
	2" - 16"	EXTREMOS BISELADOS (BE)	Sch. 40			
	18" & MAYORES		A CALCULAR			
NIPPLE	1/2" - 3/4"	T.O.E.	Sch. 80	ACERO SIN COSTURA ASTM A - 106 Gr. B	---	
	3/4" - 1 1/2"	P.E.				
NIPPLE REDUCTOR CONCENTRICO	1 1/2" Y MENOR	P.E.	Sch. 80	ACERO SIN COSTURA ASTM A - 106 Gr. B	BS-3799	
	3" y 2" x 1 1/2"	B.L.E. / P.S.E.	Sch. 40-80			
NIPPLE REDUCTOR EXCENTRICO	Y MENOR	B.L.E. / P.S.E.	Sch. 80			
UNION	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD (SW)	3000 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A - 105	ASME B 16.11	
CODO 90°						
CODO 45°						
CAP						
MANGUITO REDUCTOR						
TEE	1 1/2"		XXS		BONNEY FORGE	
MANGUITO REDUCTOR INSERTO						
SOCKET						
LATROLET	3/4" - 1 1/2"	SCREWED (SCR)	3000 Lb.	ASTM A - 576 Gr. 1525	ASME B 16.11 BS-3799	
ELBOLET						
THREDOLET		SOCKET WELD				
CAP						
BOSS						
CODO 90°	2" - 16"	EXTREMOS BISELADOS (BE)	Sch. 40	ACERO CONFORMADO ASTM A - 234 Gr. WPB	ASME B 16.9	
CODO 45°						
CAP						
REDUCTOR CONCENTRICO						
REDUCTOR EXCENTRICO						
TEE	2" - 16"					
WELDOLET	2" - 12"			ASTM A - 105	BONNEY FORGE	
NOZZLE WELD	14" & MAYORES	- - -	- - -	SEGUN FABRICANTE	VER TABLA REFUERZOS	
BRIDA SOCKET WELD	3/4" - 1 1/2"	1/8" R.F.	300 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A - 105	ASME B 16.5	
BRIDA WELD NECK	2" & MAYORES					
BRIDA CIEGA						
BRIDAS ORIFICIO						
DISCO REVERSIBLE	3/4" - 10"	F.F.	300 Lb.	ASTM A - 516 Gr. 60		
DISCO CIEGO	12" - 18"					
DISCO ESPACIADOR						
JUNTA ESPIROMET.	TODOS TAMAROS	1/8" R.F.	300 Lb.	ASME B16.20 EXCEPTO ESPIRAS QUE SERAN AISI 316 Ti. Cb o L	ASME B16.20	
PERNOS CON 2 TUERCAS	3/8" & MAYORES	---	---	ACERO ALEADO CON 2 TUERCAS EX. ASTM A-193 Gr. B7 CON ASTM A-194 Gr. 2H	ASME B 1.1	
VALVULA DE COMPUERTA	1/2" - 1 1/2"	SOCKET WELD	800 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A-105 STELLITE INT.	API - 602	
	2" - 24"	BRIDADA 1/8" R.F. BUTT WELD (BW)	300 Lb.	FUNDICION ASTM A - 216 WCB INTERNOS STELLITE	API - 600	
VALVULA DE GLOBO	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	800 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A-105 STELLITE INT.	API - 602	
	2" - 12"	BRIDADA 1/8" R.F. BUTT WELD	300 Lb.	FUNDICION ASTM A - 216 WCB INTERNOS STELLITE	BS - 1873	
VALVULA DE RETENCION	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	800 Lb.	ACERO FORJADO ASTM A-105	API - 602	
	2" - 16"	BRIDADA 1/8" R.F. BUTT WELD	300 Lb.	FUNDICION ASTM A - 216 WCB	BS - 1868	
-PFC 2015-				RATING BRIDAS: S/ASME B16.5 300 LB. C.S.		
				LIMITE DE TEMPERATURA: 0°C - 454°C		
				TOLERANCIA NOMINAL DE CORROSION: 1/16"		
				CODIGO DE DISEÑO: ASME B 31.3 (2002)		
				UTILIZAR BRIDAS SW EN LUGAR DE TUERCAS DE UNION		
TITULO						
ESPECIFICACION DE TUBERIA "C-6"						

150 LB + 300 LB

DIAM.	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"
1"	105													
1 1/2"	120	125												
2"	125	130	140											
3"	145	155	160	175										
4"	170	175	180	195	210									
6"	200	210	215	230	240	270								
8"	235	240	245	260	275	300	325							
10"	265	270	280	295	305	330	360	385						
12"	305	310	315	330	345	370	395	425	450					
14"	335	340	345	360	375	400	425	455	480	495				
16"	365	375	380	395	405	435	460	485	510	525	550			
18"	400	405	410	425	440	465	490	520	545	560	585	610		
20"	430	435	445	460	470	495	525	550	575	590	615	640	665	
24"	500	505	510	525	540	565	590	620	645	660	685	710	735	785

150 LB + 300 LB

600 LB

900 LB

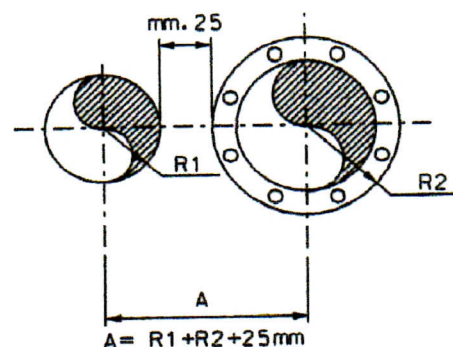
DIAM.	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	
1"	105	120	125	145	180	220	250	295	320	345	385	415	450	510	1"
1 1/2"	135	125	130	155	185	225	260	305	330	350	390	420	455	520	1 1/2"
2"	145	150	140	160	190	235	265	310	335	355	400	425	460	525	2"
3"	160	170	180	175	205	250	280	325	350	370	415	440	475	540	3"
4"	170	185	195	205	220	260	290	335	360	385	425	455	490	550	4"
6"	215	225	230	250	270	285	320	365	390	410	450	480	515	580	6"
8"	265	270	275	295	300	340	345	390	415	435	480	505	540	605	8"
10"	285	295	300	325	345	380	410	415	440	465	505	535	570	630	10"
12"	310	325	335	350	365	405	435	460	465	490	530	560	595	665	12"
14"	320	340	355	370	395	430	455	485	510	505	545	575	610	675	14"
16"	345	355	365	395	410	450	480	505	540	555	570	600	635	700	16"
18"	375	385	395	425	440	480	510	545	575	595	625	655	690	755	18"
20"	400	425	435	450	470	510	535	575	610	625	655	680	715	780	20"
24"	460	490	500	525	545	585	615	655	690	705	740	775	800	865	24"

900 LB

1500 LB

DIAM.	1"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	
1"	130	145	165	185	215	265	300	340	375	395	445	475	545	1"
2"		160	195	205	235	280	320	360	395	415	465	495	570	2"
3"			200	220	260	300	340	380	415	435	485	510	590	3"
4"				235	275	315	360	395	430	455	505	530	610	4"
6"					305	345	395	430	465	495	540	570	650	6"
8"						370	425	460	495	520	570	600	685	8"
10"							455	490	525	555	605	635	715	10"
12"								515	550	580	635	665	745	12"
14"									570	595	650	685	765	14"
16"										625	680	710	795	16"
18"											705	735	825	18"
20"												765	855	20"
24"													910	24"

1500 LB



- 1.- A LAS DISTANCIAS INDICADAS, HAY QUE SUMARLE EL ESPESOR DE AISLAMIENTO DE LA TUBERIA DE MENOR DIAMETRO.
- 2.- PARA LAS TUBERIAS ENTERRADAS, LA DISTANCIA ENTRE EJES, SERA LA SUMA DE LOS RADIOS MAS 250 mm.

DIMENSIONES DE BRIDAS: S/ASME B16.5

UNIVERSIDAD
DE CÁDIZ

-PFC 2015-

TÍTULO

SEPARACION MINIMA ENTRE EJES DE TUBERIA

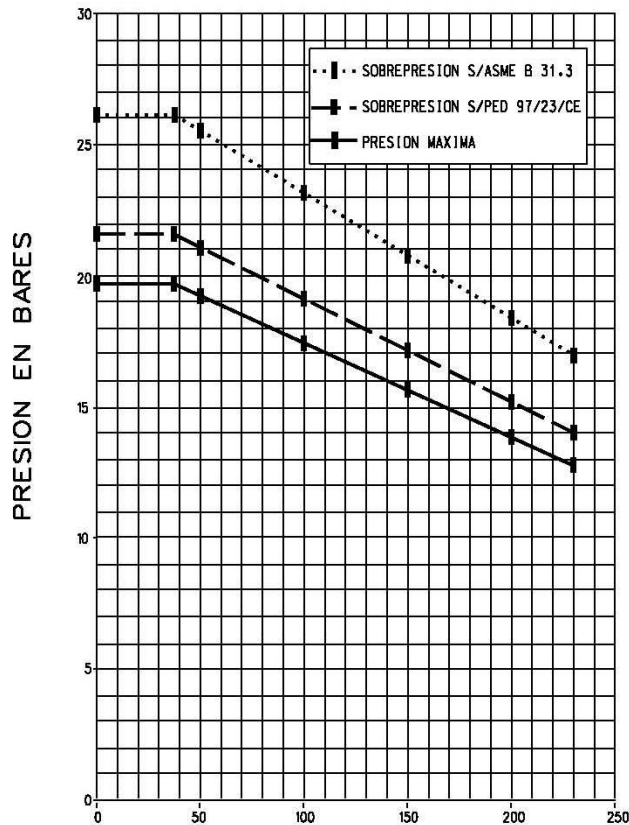
CURVAS DE LAS PRESIONES Y TEMPERATURAS PARA LAS ESPECIFICACIONES DE TUBERÍA "B-1, B-4 y C-6"

LÍMITES DE PRESIÓN TEMPERATURA PARA ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA "B-1"

RATING 150 Lb

LIMITES DE PRESION TEMPERATURA PARA ESPECIFICACION TUBERIA "B-1"

NOTA: EL GRAFICO LIMITA EL RATING DE BRIDAS A MENOS
QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO



TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS

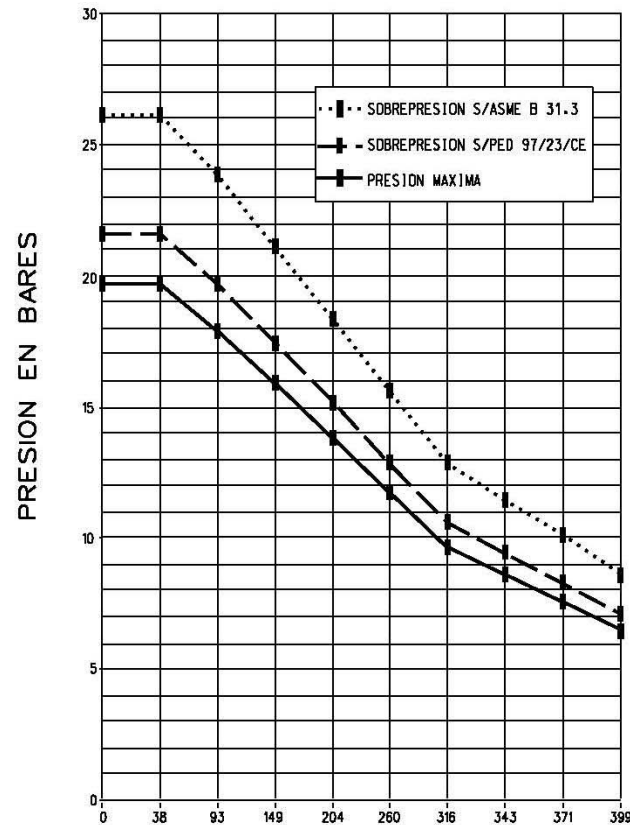
- VAPOR Y CONDENSADO DE BAJA PRESION.
- AGUA ALIMENTACION A CALDERAS.
- AGUA DE REFRIGERACION.
- AGUA Y AIRE DE PLANTA, NITROGENO.

LÍMITES DE PRESIÓN TEMPERATURA PARA ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA "B-4"

RATING 150 Lb

LIMITES DE PRESION TEMPERATURA PARA ESPECIFICACION TUBERIA "B-4"

NOTA: EL GRAFICO LIMITA EL RATING DE BRIDAS A MENOS
QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO



TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS

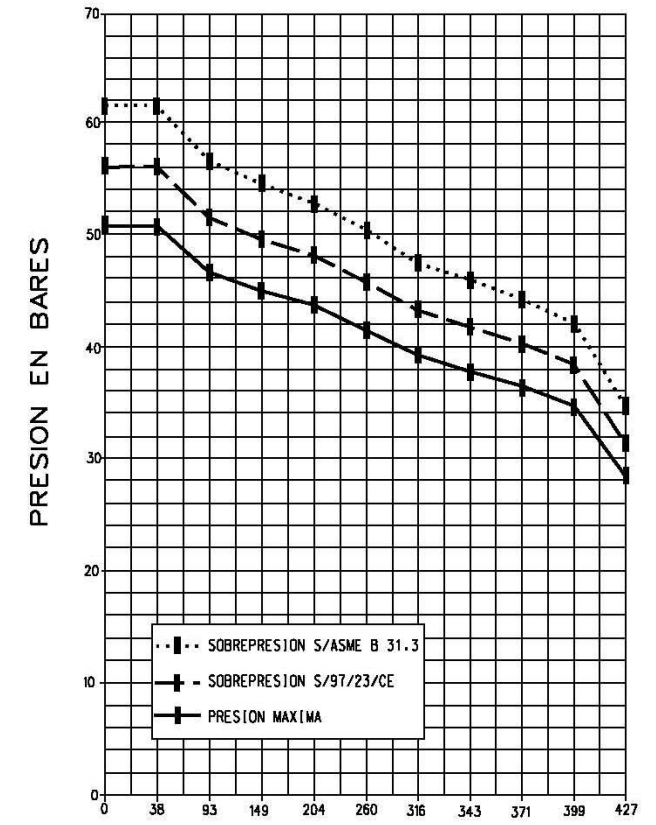
- HIDROCARBUROS.
- HIDROGENO O MEZCLA DE AMBOS.
- FUEL OIL, FUEL GAS Y GAS NATURAL.
- ANTORCHA.

LÍMITES DE PRESIÓN TEMPERATURA PARA ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA "C-6"

RATING 300 Lb

LIMITES DE PRESION TEMPERATURA PARA ESPECIFICACION TUBERIA "C-6"

NOTA: EL GRAFICO LIMITA EL RATING DE BRIDAS A MENOS
QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO



TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS

- VAPOR DE MEDIA PRESION Y AGUA DE ALIMENTACION A CALDERAS COMPRENDIDAS DENTRO DEL CODIGO ASME SECCION I.

TABLA Y TIPO DE REFUERZOS																	
Ø COLECTOR	ESPESOR EN PULGADAS	Ø DERIVACION															
		3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	
3/4"	.154"	T															
1"	.179"	T	T														
1 1/2"	.200"	T	T	T													
2"	.154"	SK	SK	SK	T												
3"	.216"	SK	SK	SK	-	T											
4"	.237"	SK	SK	SK	-	-	T										
6"	.280"	SK	SK	SK	-	-	-	T									
8"	.250"	SK	SK	SK	-	-	-	-	T								
10"	.250"	SK	SK	SK	6	6	10	10	10	T							
12"	.250"	SK	SK	SK	10	10	15	15	w	w	T						
14"	.312"	SK	SK	SK	10	15	15	w	w	w	w	T					
16"	.312"	SK	SK	SK	w	15	w	w	w	w	w	60	T				
18"	.312"	SK	SK	SK	w	w	w	w	w	w	w	80	90	T			
20"	.375"	SK	SK	SK	w	w	w	w	w	w	w	70	80	90	T		
24"	.375"	SK	SK	SK	w	w	w	w	w	w	w	90	100	130	120	T	

T

TE LADOS IGUALES

W

WELDOLET

SK

SOCKOLET

—

SIN REFUERZO (SOLDADURA MINIMA)

<15

CORDON DE SOLDADURA NECESARIO PARA REFUERZO(EN mm.)

>30

CORRESPONDE AL ANCHO DEL REFUERZO EN mm. EL ESPESOR ES IGUAL AL DEL COLECTOR.MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRO MAYOR.

SERVICIO :

VAPOR Y CONDENSADO DE BAJA,
AGUA ALIMENTACION CALDERAS,
AGUA DE REFRIGERACION,
AGUA DE PLANTA,
AIRE DE SERVICIO,
NITROGENO.

RATING BRIDAS: S/ANSI B16.5 150Lb. C. S.

LIMITES DE TEMPERATURA: 0°C- 232°C

TOLERANCIA NOMINAL DE CORROSION: 1/16"

CODIGO DE DISEÑO: ANSI B 31.3 (1993)

TABLA DE REFUERZOS EN CONEXIONES
ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA B-1

TABLA Y TIPO DE REFUERZOS																	
Ø COLECTOR	ESPESOR EN PULGADAS	Ø DERIVACION															
		¾"	1"	1½"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	
¾"	.154"	T															
1"	.179"	T	T														
1½"	.200"	T	T	T													
2"	.154"	SK	T	T	T												
3"	.216"	SK	SK	SK	-	T											
4"	.237"	SK	SK	SK	-	-	T										
6"	.280"	SK	SK	SK	-	-	-	T									
8"	.250"	SK	SK	SK	-	-	-	-	T								
10"	.250"	SK	SK	SK	6	6	10	10	10	T							
12"	.250"	SK	SK	SK	10	10	15	15	w	w	T						
14"	.312"	SK	SK	SK	10	15	15	w	w	w	w	T					
16"	.312"	SK	SK	SK	w	15	w	w	w	w	w	60	T				
18"	.312"	SK	SK	SK	w	w	w	w	w	w	w	80	90	T			
20"	.375"	SK	SK	SK	w	w	w	w	w	w	w	70	80	90	T		
24"	.375"	SK	SK	SK	w	w	w	w	w	w	w	90	100	130	120	T	

T

TE LADOS IGUALES

W

WELDOLET

SK

SOCKOLET

—

SIN REFUERZO (SOLDADURA MINIMA)

<15

CORDON DE SOLDADURA NECESARIO PARA REFUERZO(EN mm.)

>30

CORRESPONDE AL ANCHO DEL REFUERZO EN mm. EL ESPESOR ES IGUAL AL DEL COLECTOR.MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRO MAYOR.

SERVICIO :

HIDROCARBURO.
HIDROGENO o MEZCLA DE AMBOS.
FUEL-OIL.
FUEL-GAS.
ANTORCHA.
GAS NATURAL.

RATING BRIDAS: S/ANSI B16.5 150Lb. C. S.
LIMITES DE TEMPERATURA: 0°C - 399°C
TOLERANCIA NOMINAL DE CORROSION: 1/16"
CODIGO DE DISEÑO: ANSI B 31.3 (1993)

TABLA DE REFUERZOS EN CONEXIONES
ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA B-4

TABLA Y TIPO DE REFUERZOS													
Ø COLECTOR	ESPESOR EN PULGADAS	Ø DERIVACION											
		3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	
3/4"	.154"	T											<div>T</div> TE LADOS IGUALES <div>W</div> WELDOLET <div>SK</div> SOCKOLET <div>—</div> SIN REFUERZO (SOLDADURA MINIMA) <div><15</div> CORDON DE SOLDADURA NECESARIO PARA REFUERZO(EN mm.) <div>>30</div> CORRESPONDE AL ANCHO DEL REFUERZO EN mm. EL ESPESOR ES IGUAL AL DEL COLECTOR,MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRO MAYOR.
1"	.179"	T	T										
1 1/2"	.200"	T	T	T									
2"	.154"	SK	T	T	T								
3"	.216"	SK	SK	SK	10	T							SERVICIO : VAPOR Y CONDENSADO. REDES DE DISTRIBUCION.
4"	.237"	SK	SK	SK	W	15	T						
6"	.280"	SK	SK	SK	W	W	W	T					
8"	.277"	SK	SK	SK	W	W	W	W	T				
10"	.307"	SK	SK	SK	W	W	W	W	W	T			RATING BRIDAS: S/ANSI B16.5 300 Lb. C.S. R.F. LIMITES DE TEMPERATURA: 0°C – 399°C TOLERANCIA NOMINAL DE CORROSION: 1/16" CODIGO DE DISEÑO: ANSI B 31.3 (1993)
12"	.375"	SK	SK	SK	W	W	W	W	W	W	T		
14"	.395"	SK	SK	SK	W	W	W	W	W	W	W	T	

TABLA DE REFUERZOS EN CONEXIONES
ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍAS C-6

ESPESORES DE AISLAMIENTO PARA PROTECCIÓN PERSONAL

LANA DE ROCA / LANA DE VIDRIO

Diámetro en pulgadas	INTERVALO TEMPERATURA °C											
	65	101	151	201	251	301	351	401	451	501	551	601
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
½ - ¾	30	30	30	30	30	30	30	40	50	60	60	60
1 - 1 ½	30	30	30	30	30	30	30	40	50	60	60	60
2	30	30	30	30	30	30	30	40	50	60	70	70
3	30	30	30	30	30	30	40	40	50	60	70	70
4	30	30	30	30	30	30	40	50	50	60	80	80
6	30	30	30	30	30	40	40	50	50	60	80	80
8	30	30	30	30	40	40	40	50	60	70	80	80
10	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	80
12	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	80
14	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	80
16	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	100	100
18	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	100	100
20	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	100	100
24 y mayores	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	100	100
Sup. planas	40	40	40	40	40	40	40	50	70	80	100	100

Coquilla Lana de Vidrio	Coquilla Lana de Roca	
Manta Lana de Roca 70 kg/m ³	Manta Lana de Roca 100 kg/m ³	Manta Lana de Roca 125 kg/m ³

VANOS MÁXIMOS ENTRE SOPORTES Y ESPACIAMIENTO ENTRE PÓRTICOS.

Espaciado entre pórticos

El espaciado máximo entre soportes principales del “piperack” o “pipetrack” de tuberías será en general de 6 metros. Distancias mayores a la indicada (excepcionalmente 7 metros), requerirán de la aprobación previa. Estas separaciones entre pórticos generalmente permiten el tendido de tuberías de 2” y mayores son necesidad de apoyos intermedios.

Si líneas de 2” y menores requirieran de apoyos intermedios, éstas se soportarán, siempre que sea factible, desde tuberías de mayor diámetro contiguas a las mismas, procurando que las cargas adicionales que éstas generan no ocasionan en aquellas flechas superiores a las admisibles. En caso de no ser factible, la INGENIERÍA estudiará y propondrá la mejor solución, utilizando vigas de apoyo intermedio

Vanos máximos entre soportes

- a) El espaciado entre soportes y anclajes de tuberías deberá ser determinado basándose en una tubería llena de líquido con o sin aislamiento, considerando las cargas uniformemente repartidas, de forma que las tensiones longitudinales producidas estén dentro del límite fijado por el código ASME B31.3 para cargas sostenidas.
- b) La siguiente TABLA A indica los espacios máximos entre soportes, para tuberías de diferentes espesores, considerando una temperatura de operación de 340°C (645°F). Esta separación entre soportes deberá estar comprobada tal y como se define en el punto anterior.
- c) En circuitos o sistemas de tuberías que en funcionamiento normal superen los límites de temperatura aquí definidos 340°C (645°F), la separación entre soportes deberá ser comprobada y definida con relación a lo expuesto en el punto a) de este apartado.
- d) El espacio máximo entre soportes y/o anclajes de todas las líneas de gran diámetro y/o espesores inferiores, estará definido de acuerdo con las bases establecidas en el punto a) de este apartado, así como con las condiciones individuales de diseño.
- e) En tuberías de tamaño de 10” y mayores, se recomienda el uso de chapas cuna de refuerzo, cuando éstas no estén aisladas y sean soportadas directamente sobre acero (sin patines). Si por el contrario son colectores aislados, se recomienda el uso de patines o cunas de soportes.

TABLA A 
ESPACIOS MÁXIMOS ENTRE SOPORTES

Diámetro de tubería	Schedule 10S		Standard Wall		XH Wall	
	Sin Ref.	Con Ref.	Sin Ref.	Con Ref.	Sin Ref.	Con Ref.
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1 1/2"	4,8		4,8		5,1	
2"	5,4		5,4		5,4	
3"	6,3		6,6		6,6	
4"	6,9		7,5		7,5	
6"	7,2		8,7		9,0	
8"	6,0	9,0	9,9		10,2	
10"	5,4	9,9	10,1		11,4	
12"	4,5	10,5	10,7	12,0	12,0	
14"		10,8	9,9	12,3	12,6	
16"		11,4	8,7	12,9	10,8	13,4
18"		10,2	6,9	13,4	9,6	13,8
20"		11,4	6,6	13,8	8,7	14,6
24"		10,2	5,1	14,7	6,9	15,5

TUBILADURAS BRIDADAS DE RATING 150#

ESPESOR DEL CUELLO DE TUBULADURA BRIDADA

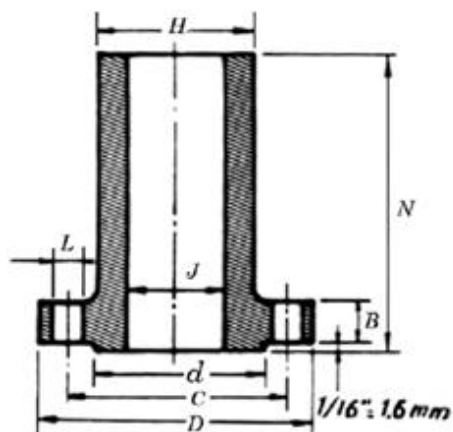
150#		Sobreespesor de corrosión											
		c = 0			c = 1,5			c = 3			c = 6		
DN	De	Sch	Di	t	Sch	Di	t	Sch	Di	t	Sch	Di	t
1"	33,4	40	26,6	3,4	160	20,6	6,4	XXS	15,2	9,1	-	-	-
1½"	48,3	40	40,9	3,7	160	33,9	7,2	XXS	27,9	10,2	XXS	27,9	<u>10,2</u>
2"	60,3	40	52,5	3,9	160	42,9	8,7	160	42,9	8,7	XXS	38,1	<u>11,1</u>
2½"	73,0	40	62,6	5,2	160	54,0	9,5	160	54,0	9,5	XXS	45,0	14,0
3"	88,9	40	77,9	5,5	160	66,7	11,1	160	66,7	11,1	XXS	58,5	15,2
4"	114,3	40	102,3	6,0	80	97,1	8,6	120	92,1	11,1	160	87,3	13,5
6"	168,3	40	154,1	7,1	80	146,3	11,0	80	146,3	11,0	160	131,7	18,3
8"	219,1	40	202,7	8,2	60	198,5	10,3	80	193,7	12,7	120	182,5	18,3
10"	273,1	40	254,5	9,3	60	247,7	12,7	80	242,9	15,1	100	236,5	18,3
12"	323,9	Std	304,7	9,6	XS	298,5	12,7	60	295,3	14,3	80	288,9	17,5
14"	355,6	R	329,6	13,0	R	329,6	13,0	R	329,6	13,0	R	323,6	16,0
16"	406,4	R	380,4	13,0	R	380,4	13,0	R	380,4	13,0	R	374,4	16,0
18"	457,2	R	431,2	13,0	R	431,2	13,0	R	431,2	13,0	R	425,2	16,0
20"	508,0	R	482,0	13,0	R	482,0	13,0	R	482,0	13,0	R	476,0	16,0
24"	609,6	R	583,6	13,0	R	583,6	13,0	R	583,6	13,0	R	577,6	16,0

TUBILADURAS BRIDADAS DE RATING 300#

ESPESOR DEL CUELLO DE TUBULADURA BRIDADA

300#		Sobreespesor de corrosión											
		c = 0			c = 1,5			c = 3			c = 6		
DN	De	Sch	Di	t	Sch	Di	t	Sch	Di	t	Sch	Di	t
1"	33,4	40	26,6	3,4	160	20,6	6,4	XXS	15,2	9,1	-	-	-
1½"	48,3	40	40,9	3,7	160	33,9	7,2	XXS	27,9	10,2	XXS	27,0	<u>10,2</u>
2"	60,3	40	52,5	3,9	160	42,9	8,7	160	42,9	8,7	XXS	38,1	<u>11,1</u>
2½"	73,0	40	62,6	5,2	160	54,0	9,5	160	54,0	9,5	XXS	45,0	14,0
3"	88,9	40	77,9	5,5	160	66,7	11,1	160	66,7	11,1	XXS	58,5	15,2
4"	114,3	40	102,3	6,0	80	97,1	8,6	120	92,1	11,1	160	87,3	13,5
6"	168,3	40	154,1	7,1	80	146,3	11,0	80	146,3	11,0	160	131,7	18,3
8"	219,1	40	202,7	8,2	60	198,5	10,3	80	193,7	12,7	120	182,5	18,3
10"	273,1	40	254,5	9,3	60	247,7	12,7	80	242,9	15,1	100	236,5	18,3
12"	323,9	XS	298,5	12,7	XS	298,5	12,7	80	288,9	17,5	100	281,1	21,4
14"	355,6	R	329,6	13,0	R	329,6	13,0	R	325,6	15,0	R	319,6	18,0
16"	406,4	R	380,4	13,0	R	380,4	13,0	R	376,4	15,0	R	370,4	18,0
18"	457,2	R	427,2	15,0	R	427,2	15,0	R	421,2	18,0	R	413,2	22,0
20"	508,0	R	478,0	15,0	R	478,0	15,0	R	472,0	18,0	R	464,0	22,0
24"	609,6	R	573,6	18,0	R	573,6	18,0	R	565,6	22,0	R	559,6	25,0

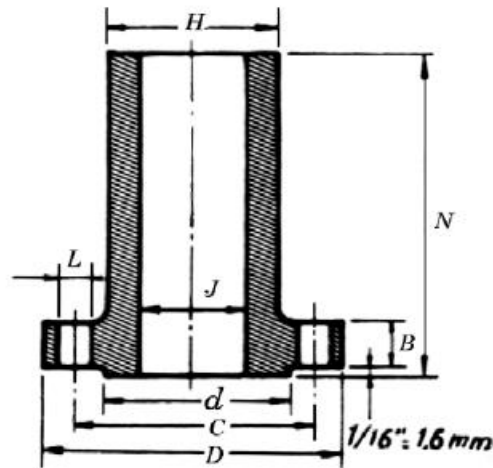
BRIDAS LONG WELDING NECK



150 LBS.

Ø Nominal (pulg.)	D (mm)	B (mm)	N (mm)	H (mm)	Espesor del cuello (mm)	d (mm)	J (mm)	Agujeros			Peso kilos
								Nº	L (mm)	C (mm)	
1	107,9	14,3	228,6	50,8	12,7	50,8	25,4	4	15,9	79,4	3,6
1 1/4	117,5	15,9	228,6	60,3	14,3	63,5	31,7	4	15,9	88,9	4,5
1 1/2	127	17,5	228,6	66,7	14,3	73	38,1	4	15,9	98,4	5,4
2	152,4	19,0	228,6	82,5	15,9	92,1	50,8	4	19,0	120,6	7,2
2 1/2	177,8	22,2	228,6	95,2	15,9	104,8	63,5	4	19,0	139,7	9,5
3	190,5	23,8	228,6	107,9	15,9	127	76,2	4	19,0	152,4	10,9
3 1/2	215,9	23,8	228,6	123,8	17,5	139,7	88,9	8	19,0	177,8	14
4	228,6	23,8	304,8	139,7	19,0	157,2	101,6	8	19,0	190,5	21,3
5	254	23,8	304,8	165,1	19,0	185,7	127,0	8	22,2	215,9	25,8
6	279,4	25,4	304,8	196,8	22,2	215,9	152,4	8	22,2	241,3	34,9
8	342,9	28,6	304,8	247,6	22,2	269,9	203,2	8	22,2	298,4	46,7
10	406,4	30,2	304,8	304,8	25,4	323,8	254,0	12	25,4	361,9	68
12	482,6	31,7	304,8	365,1	30,2	381	304,8	12	25,4	431,8	97,5
14	533,4	34,9	304,8	406,4	25,4	412,7	355,6	12	28,6	476,2	100,2
16	596,9	36,5	304,8	457,2	25,4	469,9	406,4	16	28,6	539,7	115,2
18	635	39,7	304,8	508	25,4	533,4	457,2	16	31,7	577,8	126,1
20	698,5	42,9	304,8	558,8	25,4	584,2	508,0	20	31,7	635	147
24	812,8	47,6	304,8	666,7	28,6	692,1	609,6	20	34,9	749,3	199,1
26	869,9	50,8	304,8	717,5	28,6	742,9	660,4	24	34,9	806,4	213,2
28	927,1	52,4	304,8	774,7	31,7	793,7	711,2	28	34,9	863,6	249,5
30	984,2	54	304,8	825,5	31,7	857,2	762,0	28	34,9	914,4	272,2
32	1060,4	57,1	304,8	867,3	31,7	908,0	812,8	28	41,3	977,9	308,4
34	1111,2	58,7	304,8	927,1	31,7	958,8	863,6	32	41,3	1028,7	331,1
36	1168,4	60,3	304,8	984,2	34,9	1022,3	914,4	32	41,3	1085,3	376,5
42	1346,2	66,7	304,8	1143	38,1	1193,8	1066,8	36	41,3	1257,3	498,9

BRIDAS LONG WELDING NECK

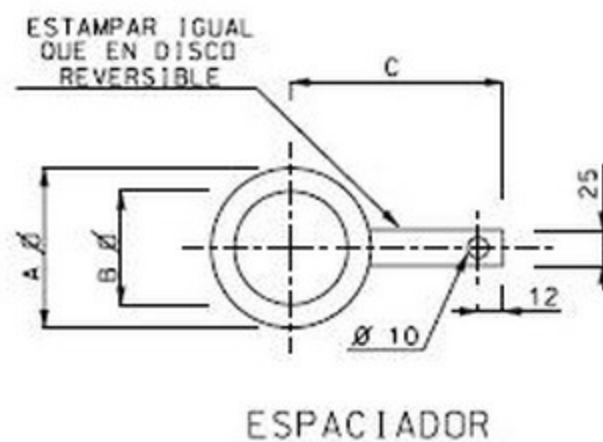


300 LBS.

Ø Nominal (pulg.)	D (mm)	B (mm)	N (mm)	H (mm)	Espesor del cuello (mm)	d (mm)	J (mm)	Agujeros			Peso kilos
								Nº	L (mm)	C (mm)	
1	123,8	17,5	228,6	54,0	14,3	50,8	25,4	4	19,0	88,9	4,5
1 1/4	133,3	19,0	228,6	63,5	15,9	63,5	31,7	4	19,0	98,4	6,3
1 1/2	155,6	20,6	228,6	69,8	15,9	73	38,1	4	19,0	114,3	7,7
2	165,1	22,2	228,6	84,1	16,7	92,1	50,8	8	22,2	127,0	8,6
2 1/2	190,5	25,4	228,6	100,0	18,2	104,8	63,5	8	22,2	149,2	12,7
3	209,5	28,6	228,6	117,5	20,6	127	76,2	8	22,2	168,3	16,3
3 1/2	228,6	30,2	228,6	133,3	22,2	139,7	88,9	8	22,2	184,1	20,4
4	254,0	31,7	304,8	146,0	22,2	157,2	101,6	8	22,2	200,0	24,5
5	279,4	34,9	304,8	177,8	25,4	185,7	127,0	8	22,2	234,9	39,0
6	317,5	36,5	304,8	206,4	27,0	215,9	152,4	12	22,2	269,9	49,0
8	381,0	41,3	304,8	260,3	28,6	269,9	203,2	12	25,4	330,2	68,0
10	444,5	47,6	304,8	320,7	33,3	323,8	254,0	16	28,6	387,3	98,9
12	520,7	50,8	304,8	374,6	34,9	381	304,8	16	31,7	450,8	131,1
14	584	54,0	304,8	425,4	34,9	412,7	355,6	20	31,7	514,3	155,1
16	647,7	57,1	304,8	482,6	38,1	469,9	406,4	20	34,9	571,5	193,2
18	711,2	60,3	304,8	533,4	38,1	533,4	457,2	24	34,9	628,6	223,6
20	774,7	63,5	304,8	587,4	39,7	584,2	508,0	24	34,9	685,8	260,8
24	914,4	69,8	304,8	701,7	39,7	692,1	609,6	24	41,3	812,8	373,3
26	971,5	79,4	304,8	749,3	44,4	749,3	660,4	28	44,4	876,3	394,6
28	1035,0	85,7	304,8	800,1	44,4	800,1	711,2	28	44,4	939,8	449,0
30	1092,9	92,1	304,8	857,2	47,6	857,2	762,0	28	47,6	996,9	512,6
32	1149,3	98,4	304,8	908,0	47,6	914,4	812,8	28	50,8	1054,1	562,4
34	1206,5	101,6	304,8	958,8	47,6	965,2	863,6	28	50,8	1104,9	616,8
36	1270,0	104,8	304,8	1016,0	50,8	1022,3	914,4	32	54,0	1168,4	680,3
42	1447,8	117,5	304,8	1022,3	54,0	1193,8	1066,8	36	54,0	1339,8	893,5

*También se fabrican para las presiones de 400, 600, 900, 1500 y 2500 Lbs.

ESTANDAR DE DISCOS REVERSIBLE CIEGOS Y ESPACIADORES



PRES. NOMIN.	150°										300°										PRES. NOMIN.
	Ø A	Ø B	C	D	MATERIAL TIPO			PERNOS PARA T-1		Ø	Ø B	C	D	MATERIAL TIPO			PERNOS PARA T-1		Ø	Ø B	
Ø NOMIN.	Ø A	Ø B	C	D	1	2	3	N°	DIAM	LONG	Ø A	Ø B	C	D	1	2	3	N°	DIAM	LONG	Ø NOMIN.
3/4"	54	21	89	111	3	3	3	4	1/2"	3"	63.5	21	98	130	4	4	3.5	4	5/8"	3 1/2"	3/4"
1"	63.5	27	92	121	3.5	3.5	3.5	4	1/2"	3"	70	27	101	137	4.5	4.5	4	4	5/8"	3 1/2"	1"
1 1/2"	82.5	41	101.5	140	5	4.5	4	4	1/2"	3"	92	41	117	168	6.5	6	5.5	4	3/4"	4"	1 1/2"
2"	101.5	53	114.5	165	5.5	5.5	5	4	5/8"	3 1/2"	108	53	120.5	178	8	7.5	7	8	5/8"	4"	2"
3"	133.5	78	133.5	203	7.5	7	6.5	4	5/8"	4"	146	78	143	222	11	10	9	8	3/4"	5"	3"
4"	171.5	103	152.5	241	9	8.5	7.5	8	5/8"	4"	178	103	165	267	13	12	11	8	3/4"	5"	4"
6"	219	161	178	292	12	11	10	8	3/4"	4 1/2"	247.5	155	197	330	18	17	15	12	3/4"	5 1/2"	6"
8"	276	212	209.5	356	15	14	13	8	3/4"	5"	305	207	228.5	394	23	21	19	12	1/2"	6 1/2"	8"
10"	336.5	265	241.5	419	18	17	15	12	1/2"	5 1/2"	358.5	261	260.5	457	27	25	23	16	1"	7 1/2"	10"
12"	406.5	315	279.5	495	21	19.5	17	12	1/2"	6"	419	312	298.5	532	30	27	24	16	1 1/8"	8"	12"
14"	447.5	346	305	532	22.5	21	19	12	1"	6 1/2"	482.5	340	330	591	33	29	26	20	1 1/8"	8 1/2"	14"
16"	511	397	336.5	591	25.5	24	21	16	1"	6 1/2"	536.5	391	362	645	37	32	28	20	1 1/4"	9"	16"
18"	546	448	355.5	645	28.5	26.5	24	16	1 1/8"	7"	593.5	439	393.5	707	40.5	36	32	24	1 1/4"	9 1/2"	18"
20"	603	496	387.5	707	31	29	26	20	1 1/8"	7 1/2"	651	489	425.5	771	48	45	40	24	1 1/4"	10"	20"
24"	714.5	597	444.5	854	37	35	30.5	20	1 1/4"	8 1/2"	771.5	585	495.5	914	58	54	47	24	1 1/2"	11 1/2"	24"

TODAS LAS DIMENSIONES SON EN MILIMETROS

- 1" PARA BRIDAS DE 4" Y MENORES.
2 1/2" PARA BRIDAS DE 150° DE 6" Y MAYORES.
1 1/2" PARA BRIDAS DE 300°, 600° Y 900° DE 6" Y MAYORES.

DISCO REVERSIBLE

PRES. NOMIN.	600°										900°										PRES. NOMIN.
	Ø A	Ø B	C	D	MATERIAL TIPO			PERNOS PARA T-1		Ø	Ø B	C	D	MATERIAL TIPO			PERNOS PARA T-1		Ø	Ø B	
Ø NOMIN.	Ø A	Ø B	C	D	1	2	3	N°	DIAM	LONG	Ø A	Ø B	C	D	1	2	3	N°	DIAM	LONG	Ø NOMIN.
3/4"	63.5	21	98.5	130	5	4.5	4.5	4	5/8"	4"	76	24	114	162	6.5	6.5	5.5	4	7/8"	5 1/2"	3/4"
1"	70	27	101.5	137	5.5	5.5	5	4	5/8"	4"	95	38	127	190	9	8.5	7.5	4	1"	6"	1"
1 1/2"	92	41	117.5	168	8.5	8	7	4	3/4"	5"	139.5	43	146	229	11	10	9	8	7/8"	6 1/2"	1 1/2"
2"	108	53	120.5	178	10.5	10	9	8	5/8"	5"	165	74	159	254	17	15	14	8	7/8"	6 1/2"	2"
3"	146	78	143	222	14.5	13.5	12	8	3/4"	6"	203	93	184	305	20	19	17	8	1 1/8"	8"	3"
4"	190.5	103	175	286	17	16	14	8	7/8"	6 1/2"	285.5	140	228.5	394	29	27	24	12	1 1/8"	9"	4"
6"	263.5	155	216	369	23.5	22	20	12	1"	8"	355.5	189	273	483	36	34	30	12	1 3/8"	10 1/2"	6"
8"	317.5	203	247.5	432	30	28	25	12	1 1/8"	9"	432	237	311	532	45	41	36	16	1 3/8"	11"	8"
10"	397	248	292	532	36	34	30	16	1 1/4"	10"	485.5	281	343	591	52	48	43	20	1 3/8"	12"	10"
12"	454	299	317.5	591	42.5	40	35	20	1 1/4"	10 1/2"	517.5	308	358.5	645	57	53	47	20	1 1/2"	13"	12"
14"	489	330	340	645	47	43.5	39	20	1 3/8"	11 1/2"	571.5	345	390.5	707	65	60	53	20	1 5/8"	14"	14"
16"	562	374	381	707	55	50	44	20	1 1/2"	12 1/2"	635	388	432	771	73	67.5	60	20	1 7/8"	16"	16"
18"	609	410	409.5	771	60.5	56	50	20	1 5/8"	13 1/2"	695.5	467	532	854	81	75	66	20	2"	17"	18"
20"	679.5	444.5	444.5	854	67	62	55	24	1 5/8"	14 1/2"	771	532	591	914	89	81	73	20	2 1/2"	19"	20"
24"	787	508	508	914	80.5	75	66	24	1 7/8"	16 1/2"	835	559	645	990	96	89	79	20	2 1/2"	21"	24"

DISCOS REVERSIBLES, CIEGOS Y ESPACIADORES PARA BRIDAS ASME B.16.5 DE CARA CON RESALTE



DONDE SE INDICA ASI EN LAS TABLAS CONSIDERAR EL USO DE DISCO CIEGO Y ESPACIADOR EN DOS PIEZAS.

NOTAS

- LOS DISCOS CIEGOS Y ESPACIADORES SERAN FABRICADOS CON EL MATERIAL REQUERIDO POR LAS CORRESPONDIENTES ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS.
- LOS DISCOS REVERSIBLES, CIEGOS Y ESPACIADORES PODRAN SER CONSTRUIDOS EN UNA O DOS PIEZAS. CUANDO SE HAGAN DE DOS PIEZAS, LA PLETINA INTERMEDIA SERA FUERTE Y CUIDADOSAMENTE SOLDADA AL DISCO.
- LAS OREJETAS SE FABRICARAN DE ACERO AL CARBONIO DE CALIDAD SOLDALE CON UN CONTENIDO MAXIMO DE CARBONO DE 0.25 %.
- LA SOLDADURA ESTARA DE ACUERDO CON LA ESPECIFICACION.

5. BASES DE DISEÑO

A. APLICABLE A TODOS LOS DISCOS CIEGOS.

- EL ESPESOR DEL DISCO CIEGO ESTA DETERMINADO POR LA FORMULA SIGUIENTE:

$$T = d \sqrt{\frac{3P}{16S}} + C$$

DONDE: T.- ESPESOR REQUERIDO EN PULGADAS.

d.- DIAMETRO INTERIOR DE LA JUNTA, EN PULGADAS PARA BRIDAS CON RESALTE.

6 d.- DIAMETRO MEDIO DEL DISCO CIEGO, EN PULGADAS PARA BRIDAS CON JUNTAS DE ANILLO OCTOGONAL S/ASME B 16.20.

P.- PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA EN PSIG.

S.- 90% DEL LIMITE ELASTICO

C.- SOBRE ESPESOR PARA CORROSION 1.58 mm (1/16")

- LA PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA SERA COMO SIGUE:

RATING DE PRESION ANSI B.16.5	PRESION DE PRUEBA
150 LIBRAS	450 psig 31 bars
300 LIBRAS	1125 psig 77.54 bars
600 LIBRAS	2250 psig 155.08 bars
900 LIBRAS	3375 psig 232.63 bars
1500 LIBRAS	5625 psig 387.72 bars
2500 LIBRAS	9050 psig 623.81 bars

- LOS ESPESORES "T" DADOS SETAN BASADOS EN EL VALOR DE "S" PARA LOS MATERIALES SIGUIENTES:

TIPO DE MATERIAL	MATERIAL	ESPECIFICACION A S T M	"S" psi
1	ACERO AL CARBONIO	A 515	27.000
		A 516	
		2 1/4 Cr. 1 Mo A 387 Gr. 22 CL.1	
		5 Cr. 1/2 Mo A 387 Gr. 5 CL.1	
		18 Cr. 10 Ni Ti A 240 TIPO 321	
2	1 1/4 Cr. 1/2 Mo	A 387 Gr. 11 CL.1	31.500
		A 387 Gr. 11 CL.2	
3	2 1/4 Cr. 1 Mo	A 387 Gr. 22 CL.2	40.500
		A 387 Gr. 5 CL.2	

- APLICABLE SOLAMENTE A DISCOS CIEGO Y ESPACIADORES PARA BRIDAS DE CARA CON RESALTE.

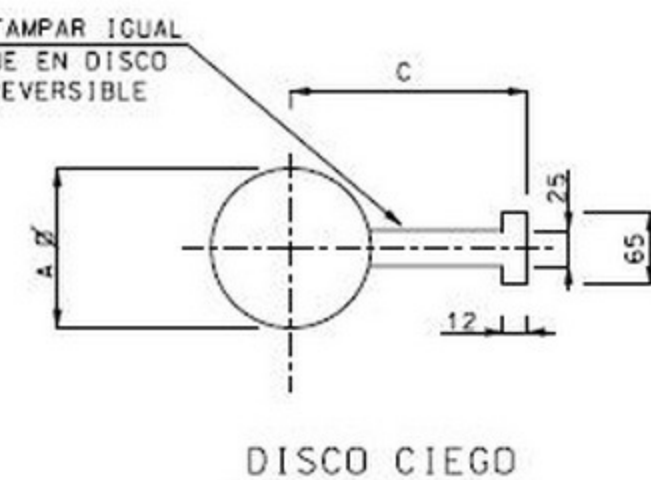
- LAS DIMENSIONES SON DETERMINADAS COMO SIGUE:

A = DIAMETRO DEL CIRCULO DE PERNOS - DIAMETRO DEL TALADRO PARA PERNOS.

B = DIAMETRO DE PASO DE LA BRIDA (VER TABLA DE SCH.)

C = DIAMETRO EXTERIOR DE LA BRIDA + 39 mm. (1 1/2")

D = DIAMETRO EXTERIOR DE LA BRIDA + 13 mm. (1/2")



DIMENSIONES DE LAS CIMENTACIONES

DE LOS EQUIPOS DE LA UNIDAD-600

C-2) El pedestal de la cimentación de la columna 600-C-2, es de forma octogonal circunscrita en un círculo de diámetro 3200 mm. E inscrita en un círculo de 3464 mm. (entre caras 3200 mm. Entre vértices 3464 mm.). La cimentación tiene una elevación sobre el pavimento de la unidad de 300 mm.

C-1) El recipiente C-1, descansa sobre dos pedestales de hormigón, separados entre sí 4500 mm. y de dimensiones aprox. 3000 x 400 mm. La altura, dependerá de la elevación del equipo.

E-3) El rehervidor E-3, se apoyará sobre 4 pilares metálicos de PNH-200; estos a su vez, descansarán en pedestales de hormigón de 400 x 400 x 300 mm. de altura.

G-1A/B) Las cimentaciones de estas bombas, serán de hormigón y dimensiones aproximadas de 2000 x 1100 x 300 mm. de altura.

G-2A/B) Las cimentaciones de estas bombas, serán de hormigón y dimensiones aproximadas de 26000 x 1270 x 300 mm. de altura.

E-1 y E-2) Estos intercambiadores, vienen montados por el fabricante (tal como se pide en el proyecto) en grupo de 2, uno sobre el otro. La cimentación bajo cada apoyo, será de 1400 x 300 mm. La altura de dichos pedestales, dependerá de la elevación adoptada en el diseño para los equipos.

T-1) Aunque este tanque, no cumple ninguna función en el proyecto (sólo forma parte del Plot-plan como complemento), estaría apoyado sobre una cimentación de hormigón de forma circular, cuyo diámetro exterior sería de 8600 mm. y de una altura sobre el pavimento de la unidad de 500 mm.

PILARES DEL RACK) A efectos de las consideraciones para espacios mínimos de circulación, se considera que los pilares del rack de tuberías, son de 400 x 400 mm. Si el rack se construye de hormigón armado (prefabricado), los pilares tendrán las dimensiones descritas anteriormente.

Purgador termostático de boya cerrada FLT 32

Purgador termostático de boya cerrada

Tipo: FLT 32

Acero carbono 1.1/2" - 2" | DN40-50

Descripción Diseñado para equipos de proceso y de calefacción por vapor a baja y media presión. Los usos típicos son: calentadores, intercambiadores de calor, secadores, recipientes encamisados y todos aquellos casos en los que se necesite de una purga continua.

Fig. Saidi

Aplicación Vapor saturado y sobrecalentado

Características

- Permite regulación de descarga
- Descarga condensado a la temperatura del vapor
- No se ve afectado por cambios en la presión

Conexiones Roscada ISO7/1 Rp (BS21) - Bridas EN 1092-1 PN40

Fabricación Directiva 97/23/EC para equipos a presión.

• **Versión estándar FLT32 (R-L):** Conexiones horizontales (flujo de derecha a izquierda)

• **Versiones disponibles:**

- Conexiones horizontales L-R (flujo de izquierda a derecha)
- Conexiones verticales V (flujo de arriba a abajo)

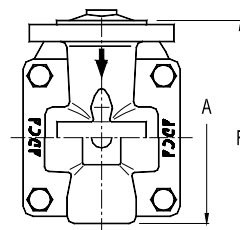
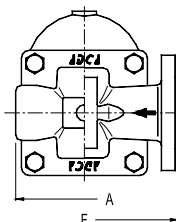
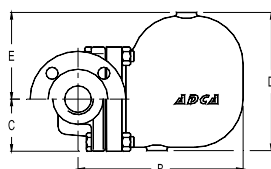
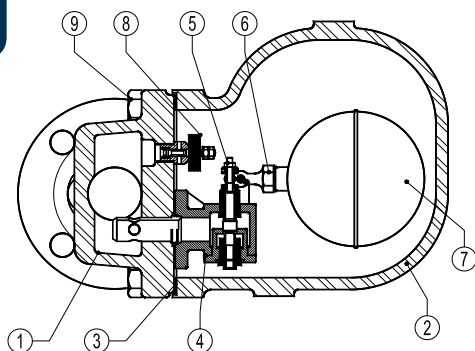
• **Opciones:**

- SLR - Dispositivo antibloqueo por vapor
- Orificio de venteo o tubo de equilibrio

Componentes

Pos.	Denominación	Material
1	Cuerpo	GP240GH (1.0619)
2	Tapa	GP240BH (1.0619)
3	Junta ¹	Acero inox / Grafito
4	Asiento ¹	CF8 (1.4308)
5	Válvula ¹	AISI 420 (1.4021)
6	Palanca ¹	AISI 304 (1.4301)
7	Flotador ¹	AISI 304 (1.4301)
8	Eliminador aire ¹	Acero inox (bimetálico)
9	Tornillos	Acero 8.8

¹ Disponible como repuesto



Instalación vertical (V)

Purgador de boya cerrada FLT 32

DN	Conexiones Roscadas								Bridas EN				
	Código	A	B	C	D	E	Peso (kg)	Precio	Código	F	B	Peso (kg)	Precio
1.1/2"		210	248	79	208	131	16,9			230	248	20,3	
2"		210	248	79	208	131	17,5			230	248	20,3	

Presión / Temperatura		
PMA	Presión máxima admisible	40 bar
TMA	Temp. máxima admisible	300° C
PMO	Presión máxima de servicio	32 bar
TMO	Temp. máxima de servicio	250° C

Capacidades (Kg/h)

Modelo	Presión diferencial (bar)														
	0,5	1	1,5	2	3	4,5	6	7	8	9	10	12	14	16	21
FLT32-4,5 1/2" - 1"	230	330	400	440	535	630	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FLT32-10 1/2" - 1"	150	200	250	280	340	400	460	495	520	550	595	-	-	-	-
FLT32-14 1/2" - 1"	120	150	190	220	260	320	380	400	425	440	480	510	550	-	-
FLT32-21 1/2" - 1"	60	80	90	115	135	160	190	200	220	230	240	260	270	290	300

DOCUMENTO N°2

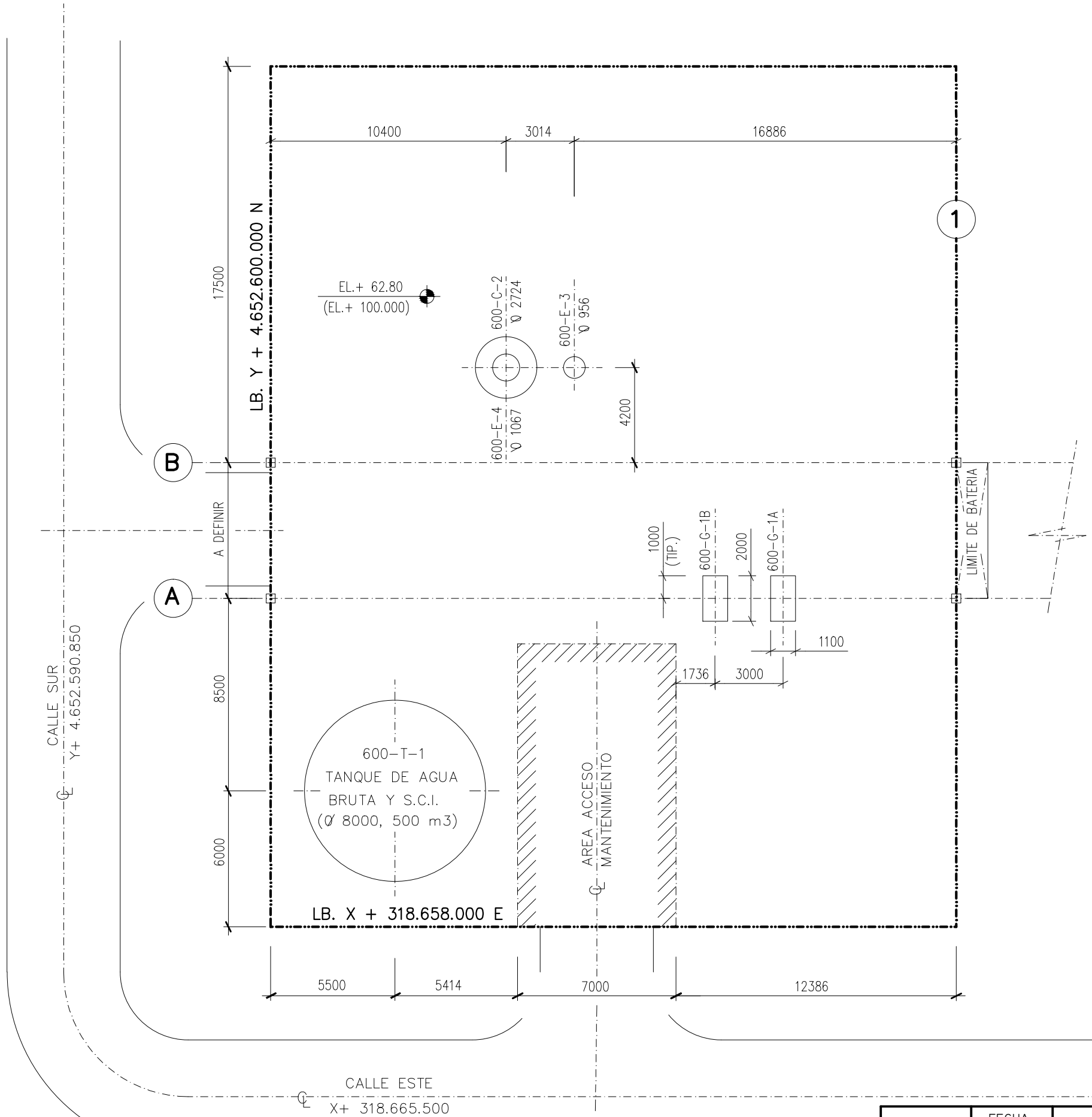
PLANOS

ÍNDICE

- ❖ Plot plant UD-600
- ❖ Implantación de equipos
- ❖ Key plan UD-600
- ❖ Diseño del rack
- ❖ Routing
- ❖ Orientación de conexiones de equipos
- ❖ UZ-TF-600-C-1
- ❖ UZ-TF-600-C-2
- ❖ UZ-TF-600-E-1/E-2
- ❖ UZ-TF-600-E-3
- ❖ UZ-TF-600-E-4
- ❖ Bombas G1A/B-G2A/B
- ❖ Diseño de colectores en rack y detalles
- ❖ Sistema de carga unidad 600-C-1-600-G-1
- ❖ Sistema de calentamiento 600-E-1-600-E-2
- ❖ Sistema de stripping 600-C-2-600-G-2
- ❖ Lay-outs planta UD-600
- ❖ Isométricas y MTO



PLOT PLAN

UD-600

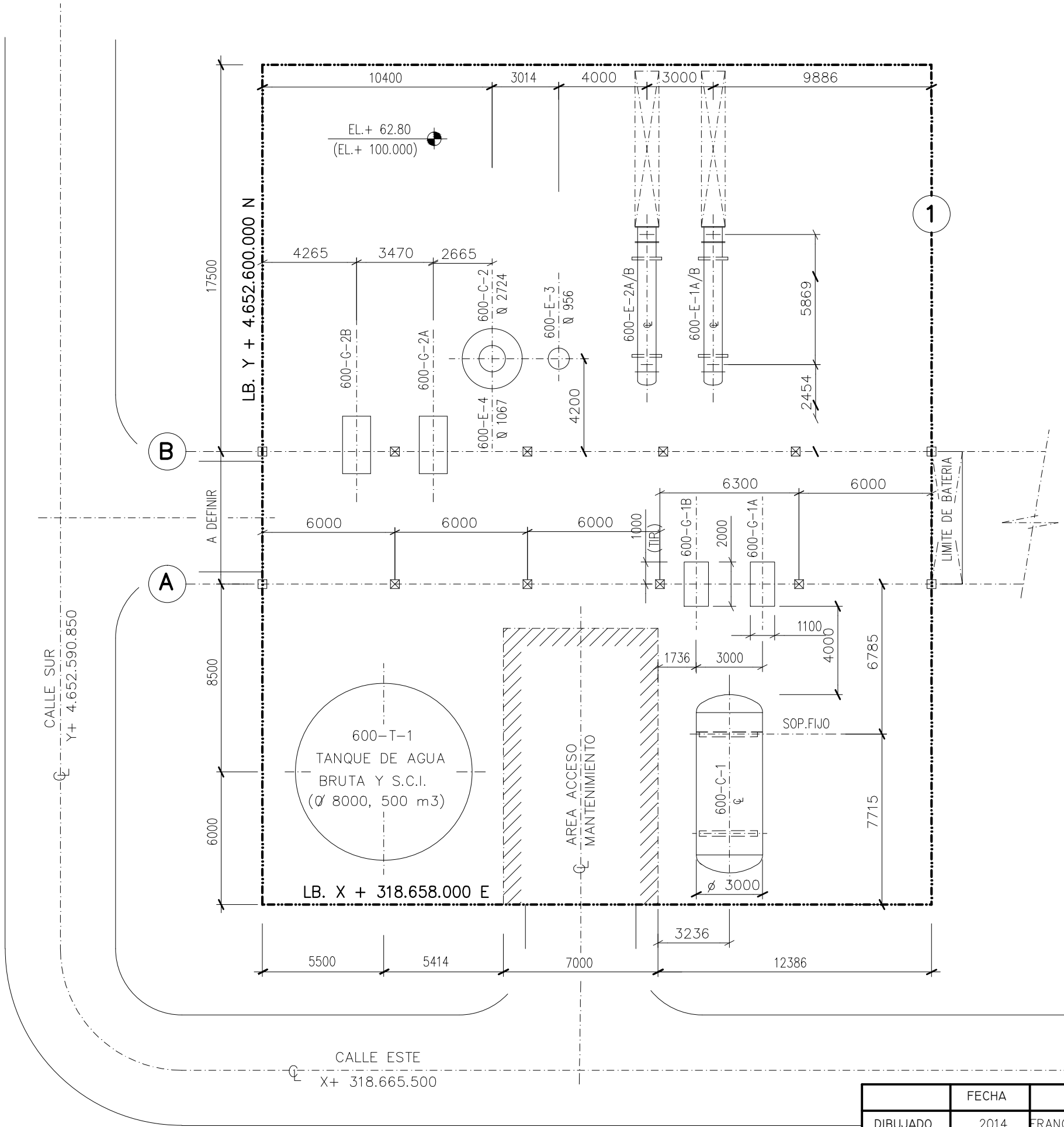


NOTAS.

- LA ELEVACION EN EL PUNTO MAS ALTO DEL PAVIMENTO DE LA UNIDAD, CORRESPONDE A LA + 62.800, REFERIDA AL NIVEL MEDIO DEL MAR EN ALICANTE.
- EN TODOS LOS PLANOS DEL PROYECTO, LA ELEVACION DE TRABAJO, SERA LA +100.000 QUE COINCIDIRA CON LA REAL + 62.800.


	FECHA	NOMBRE	FIRMA		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS	
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS			INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL	
COMPROBADO						
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600					
1:200	DENOMINACIÓN DEL PLANO: PLOT PLAN (UZ-TF-600-A-0001)				PLANO Nº:	1
					HOJA Nº:	1-1

IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS



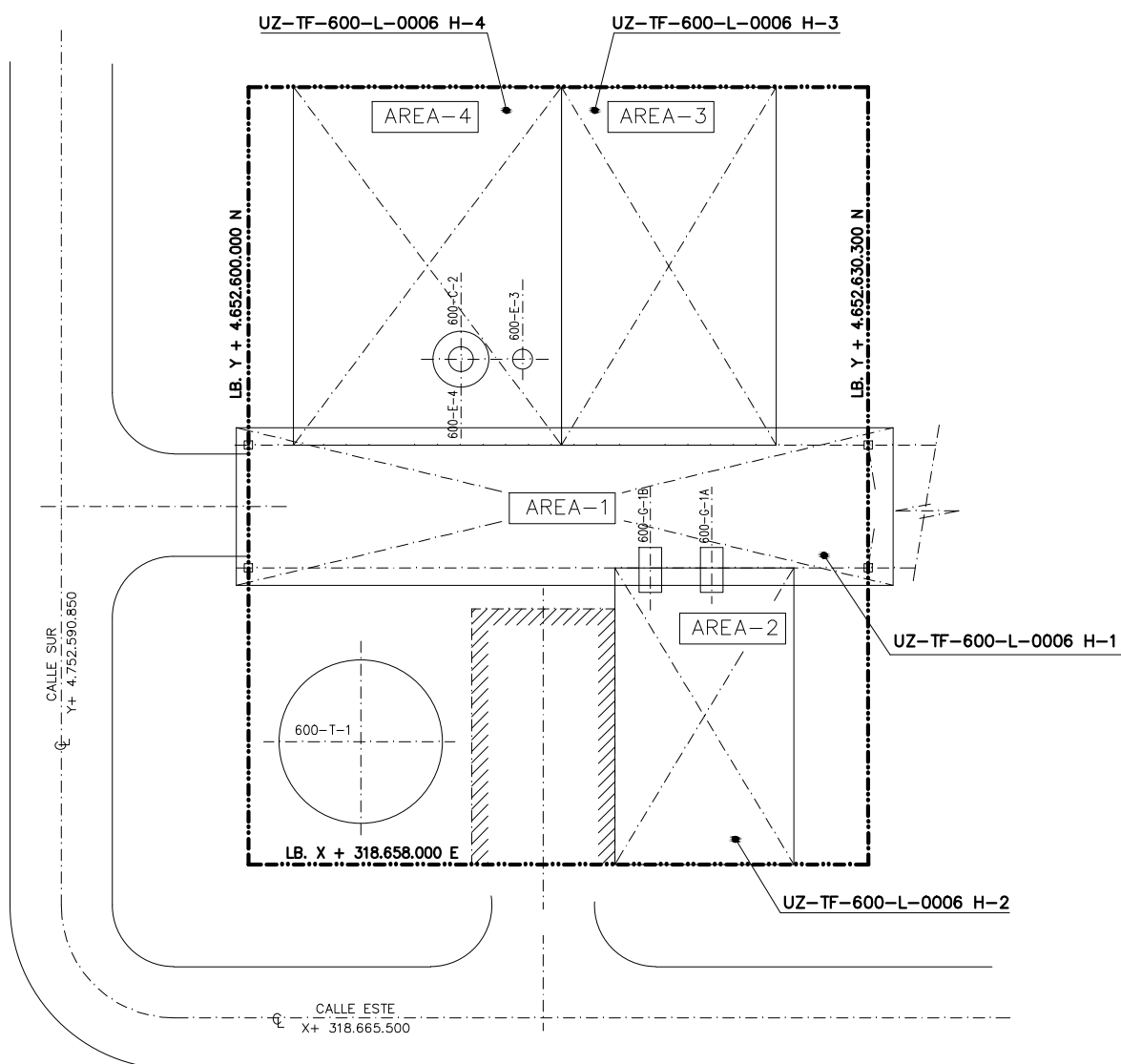
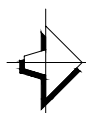
NOTAS.

- LA ELEVACION EN EL PUNTO MAS ALTO DEL PAVIMENTO DE LA UNIDAD, CORRESPONDE A LA + 62.800, REFERIDA AL NIVEL MEDIO DEL MAR EN ALICANTE.
- EN TODOS LOS PLANOS DEL PROYECTO, LA ELEVACION DE TRABAJO, SERA LA +100.000 QUE COINCIDIRA CON LA REAL + 62.800.



DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600			
1:200	DENOMINACIÓN DEL PLANO: PLANO DE IMPLANTACIÓN (UZ-TF-600-A-0002)			PLANO Nº: 2
				HOJA Nº: 1-1

KEY PLAN

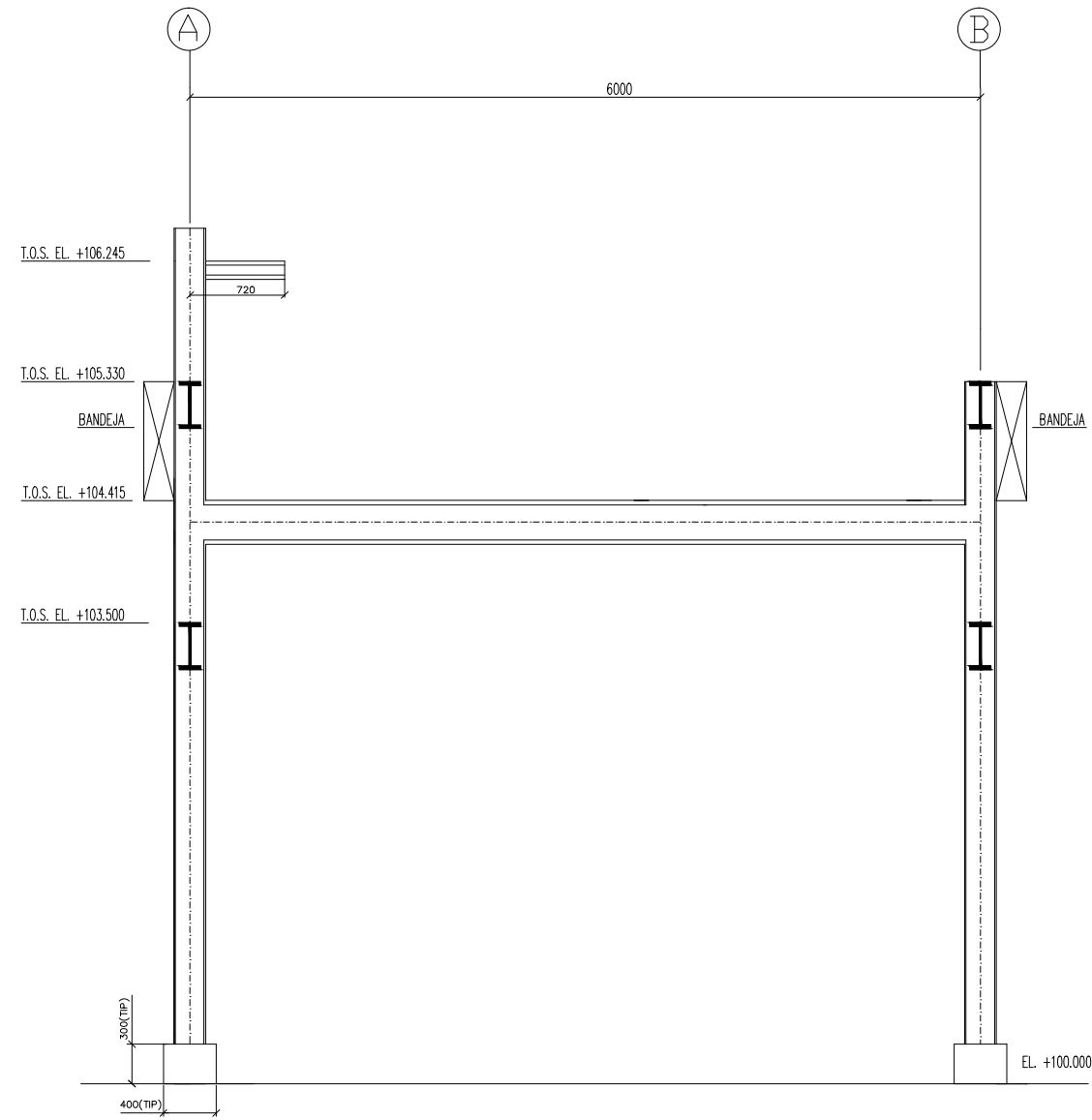
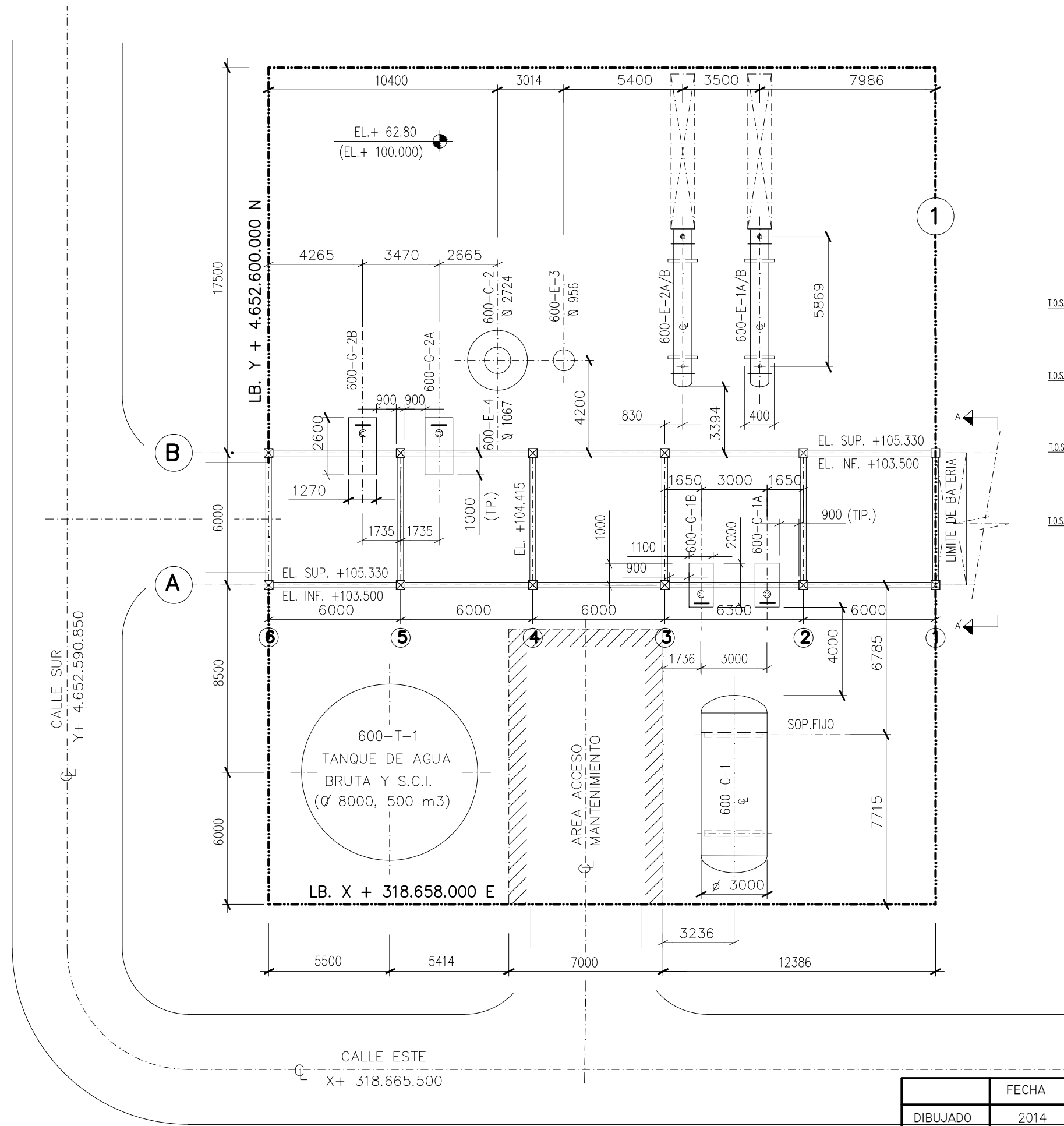
UD-600



PLANO CLAVE DE AREAS UD-600

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 <div>ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS</div> <div>INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL</div>
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600			
	DENOMINACIÓN DEL PLANO: KEY-PLAN UD-600			PLANO Nº: 3 HOJA Nº: 1 DE 1

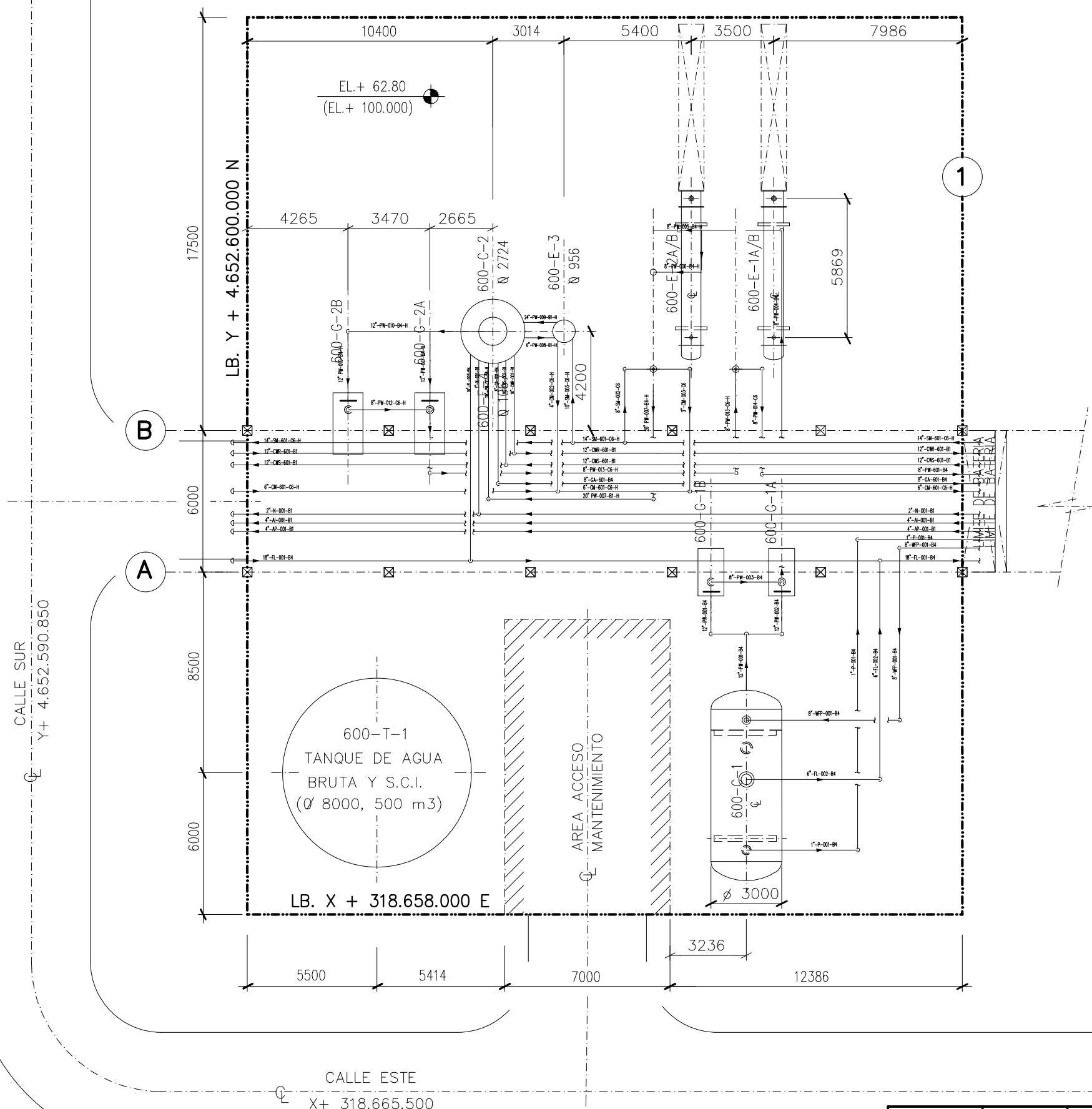
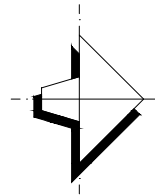
DISEÑO DEL RACK





VISTA A-A'
ESCALA 1/50

DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600			
1:200	DENOMINACIÓN DEL PLANO: DISEÑO DEL RACK (UZ-TF-600-A-0003)			PLANO Nº: 4 HOJA Nº: 1-1

ROUTING

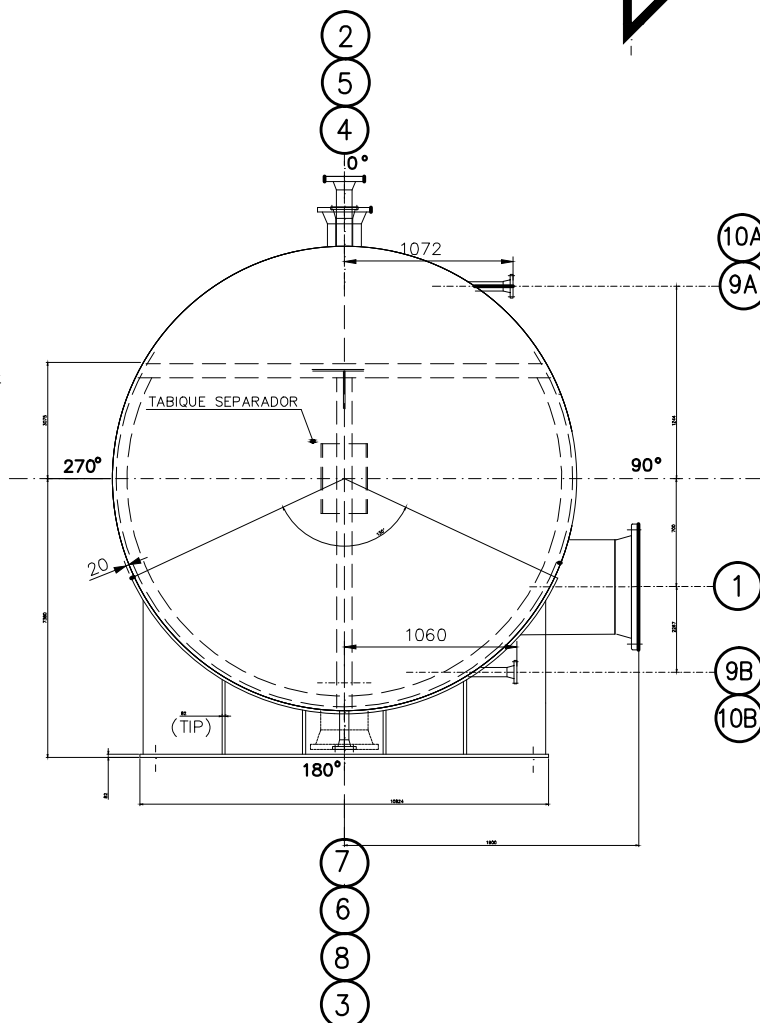


- NOTAS.
- LA ELEVACION EN EL PUNTO MAS ALTO DEL PAVIMENTO DE LA UNIDAD, CORRESPONDE A LA + 62.800, REFERIDA AL NIVEL MEDIO DEL MAR EN ALICANTE.
 - EN TODOS LOS PLANOS DEL PROYECTO, LA ELEVACION DE TRABAJO, SERA LA +100.000 QUE COINCIDIRA CON LA REAL + 62.800.

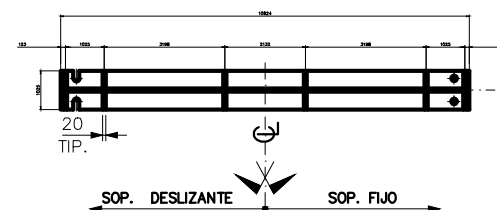
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 <div>ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS</div> <div>INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL</div>
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
1: 200	UZ – TF – 600			
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: 5
	ROUTING PRELIMINAR (UZ – TF – 600 – A – 0004)			HOJA Nº: 1 – 1

ORIENTACIÓN DE CONEXIONES DE EQUIPOS

UZ-TF-600-C-1



VISTA A-A'



- 1- LOS SÍMBOLOS DE SOLDADURA SERÁN SEGÚN : AWS
- 2- LOS CORDONES DE SOLDADURA SE MEDIRÁN:
- 3- LOS TALADROS DE LAS BRIDAS Y LOS TALADROS DE LOS PERNOS DE ANCLAJE SE SITUARÁN A CABALLO DE LOS EJES PRINCIPALES DEL EQUIPO.
- 4- LA SUPERFICIE DE LA CARA DE ASIENTO DE LAS BRIDAS TENDRÁ UN ACABADO 125a 250 AARH, MÍNIMO 40 RANURAS POR PULGADA.
- 5- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN mm EXCEPTO DONDE SE INDICA OTRA COSA.
- 6- LOS DETALLES DE CONEXIONES Y ENTRADA DE HOMBRE SE INDICAN EN EL PLANO No.
- 7- LOS DETALLES DE LOS ELEMENTOS INTERNOS Y EL ROMPETOR BELLINOS SE INDICAN EN EL PLANO No.
- 8- LOS PROCEDIMIENTOS DE PINTURA SE REFLEJAN EN EL APARTADO "TRATAMIENTO SUPERFICIAL" DE ESTE PLANO.

PRUEBA HIDRAULICA			
	POSICION	PRESION	REGLAMENTO
INICIAL	HORIZONTAL	10.00 kg/cm ²	
PERIODICA	HORIZONTAL	7.28 kg/cm ²	MIE-ITC-AP6


DATOS DE DISEÑO			ESPECIFICACION DE MATERIALES		
DISEÑO ASME VIII Div.1 Ed.1998			EXTERIOR	ENVOLVENTE	SA-516-60
PRESION DE DISEÑO (kg/cm ²) 5.60				FONDOS	SA-516-60
TEMP. DE DISEÑO (° C) 121				CUNAS	SA-516-60
PRESION DE P.H. (kg/cm ²) 10.00				FORJADOS	SA-105
PRESION DE TRABAJO (kg/cm ²) 3.50				CUELLOS TUBO	SA-106-B
TEMP. DE TRABAJO (° C) 25				CUELLOS CHAPA	SA-516-60
PRESION DINAMICA DEL VIENTO --- kg/ m ²				REFUERZOS	SA-516-60
FACTOR SISMICO s/NCSE-94				CODOS/YES	A-234 WPB
CATEGORIA S/MIE-ITC-AP6 ----				TORNILLOS/TUERCAS	SA-193-B7 SA-194-2H
				JUNTAS	FIBRA SINTETICA S/ANSI B16.21
			ANILLOS RIGIDIZADOR.		
			SOPORTES AISLAMEN.		
	ENVOLVENTE	FONDOS	INTERIOR	CLIPS	SA-516-60
RADIOGRAFIADO	SPOT	NO (SIN COSTURAS)			
EFICIENCIA JUNTA	0.85	1		BRIDAS	A-105
CORROSION	3.2 mm.	3.2 mm.		TUBOS	SA-106-B
TRATAMIENTO TERMICO NO				TORNILLOS/TUERCAS	SA-193-B7 SA-194-2H
PREPARACION DE SUPERFICIE Si (EXTERIOR E INTERIOR)				JUNTAS	
AISLAMIENTO	NO	ESPESOR		SOPORTES	AISI-304
PROT.CONTRA FUEGO	NO	ESPESOR		PERFILES	A-42 b
DENSIDAD	1000 kg/m ³			CHAPAS	SA-516-60
INSPECCION	ECA				

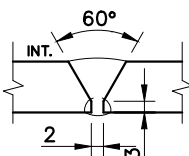
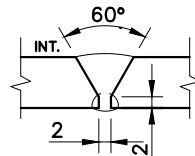
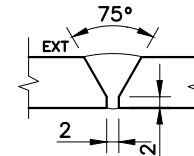
TOLERANCIAS	ASME/CODIGO
TAPAS PARA BOCA DE HOMBRE	ANSI B 16.5
SOPORTE Y PLACA DE CARACTERISTICAS	
REQUISITOS BRIDAS, JUNTAS, PERNOS AS/ANSI	ANSI B 16.5
PUESTA A TIERRA	
PREPARACION TRANSPORTE MAQUINARIA	
RECIPIENTES A PRESION	ASME VIII DIVISION 1



ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE ALGECIRAS

PLANO Nº:	6
HOJA Nº:	1-1

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS	
COMPROBADO			
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600		
✕	DENOMINACIÓN DEL PLANO: RECIPIENTE C-1		

SUPERFICIE EXTERIOR: CHORREADO A GRADO SA-2½ SEGUN NORMA ISO 55900 APLICACION DE SILICATO INORGANICO DE Zn, DE ESPESOR DE PELICULA SECA 70 micras SUPERFICIE INTERIOR: CHORREADO A GRADO SA-3 SEGUN NORMA ISO 55900 APLICACION DE TRES CAPAS DE PINTURA SEGUN SIGUE: 1a. CAPA DE EPOXY SIGMA 7409, DE ESPESOR DE PELICULA SECA 125 micras 2a. CAPA DE EPOXY SIGMA 7435, DE ESPESOR DE PELICULA SECA 125 micras 3a. CAPA DE EPOXY SIGMA 7436, DE ESPESOR DE PELICULA SECA 125 micras															
TRATAMIENTO SUPERFICIAL															
1	WPS : M.1.A.	2	WPS : M.1.A.	3	WPS : T.M.1.C.										
															
DETALLES SOLDADURA					LISTA DE CONEXIONES										

UZ-TF-600-C-2



1° TODAS LAS DIMENSIONES SON EN MILIMETROS SALVO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.

2° TRATAMIENTO DE SUPERFICIES EXTERNAS

- LIMPIEZA Y ELIMINACION DE REBABAS Y EXFOLIACIONES, CHORREADO DE ARENA GRADO SA 2 1/2 HASTA RUGOSIDAD EN 10a
- FALDON: 1 CAPA DE 70 MICRAS DE ETILSILICATO DE ZINC S/UNE-48293, 1 CAPA DE 100 MICRAS DE EPOXI BICOMPONENTE DE ALTO ESPESOR CON HIERRO MICEACO S/UNE-48295, MAS 2 CAPAS DE 40 MICRAS DE POLIURETANO ALIFATICO S/UNE-48274.
- COLUMNA: 2 CAPAS DE 100 MICRAS DE EPOXI FENOLICA CON DISOLVENTE.

3° REPUESTOS: 2 JUEGOS DE JUNTAS MAS 10% DE TORNILLERIA (MINIMO 5 UD.)



N1	1	ENTRADA ALIMENTACION	20"	WN	300#	RF	Sch 30	1470	
N2	1	SALIDA AL REHERVIDOR	6"	WN	150#	RF	Sch 80	1530	CON VORTEX
N3	1	REFLUJO	4"	WN	150#	RF	Sch 120	1360	
N4	1	FONDO COLUMNA	12"	WN	300#	RF	Sch 60	1680	CON VORTEX
N5	1	ENTRADA DE NITROGENO	2"	WN	150#	RF	Sch 160	1615	
G1	1	RETORNO REHERVIDORES	24"	WN	150#	RF	Sch 30	1650	
G2	1	CABEZA COLUMNA	24"	WN	150#	RF	Sch 30	960	CON DEMISTER
M1	1	BOCA DE HOMBRE	24"	WN	150#	RF	Sch 30	1662	CON TAPA Y PESCAN
M2	1	BOCA DE HOMBRE	24"	WN	150#	RF	Sch 30	1400	CON TAPA Y PESCAN
L1A/B	2	NIVEL U/LT-003	2"	WN	300#	RF	Sch 160	1612	
L2A/B	2	NIVEL LSHH/LSL-003	2"	WN	300#	RF	Sch 160	1612	

RELACION DE TUBULADURAS

MATERIALES	
VIROLAS	SA-516 Gr.60
FONDOS	SA-516 Gr.60
FALDON	SA-516 Gr.60 / SA-285 Gr.C
CUELLOS TUBULADURAS	SA-106 Gr.B / SA-516 Gr.60
REFUERZOS	SA-516 Gr.60
ACCESORIOS	SA-234 WPB
BRIDAS	SA-105
JUNTAS DE TUBULADURAS	ESPIROMETALICAS AISI-316/FIBRA SINTETICA
TORNILLERIA EXTERNA	SA-193-B7 / SA-194-2H
CLIPS, OREJAS, AROS RIGIDIZADORES Y TOMAS DE TIERRA	SA-516 Gr.60 / SA-285 Gr.C
DEFLECTORES Y AROS SOPORTE INTERNOS	SA-516 Gr.60
TUBERIA INTERNA	INOX. 410S
TORNILLERIA INTERNA	SA-193-B8 / SA-194-B8

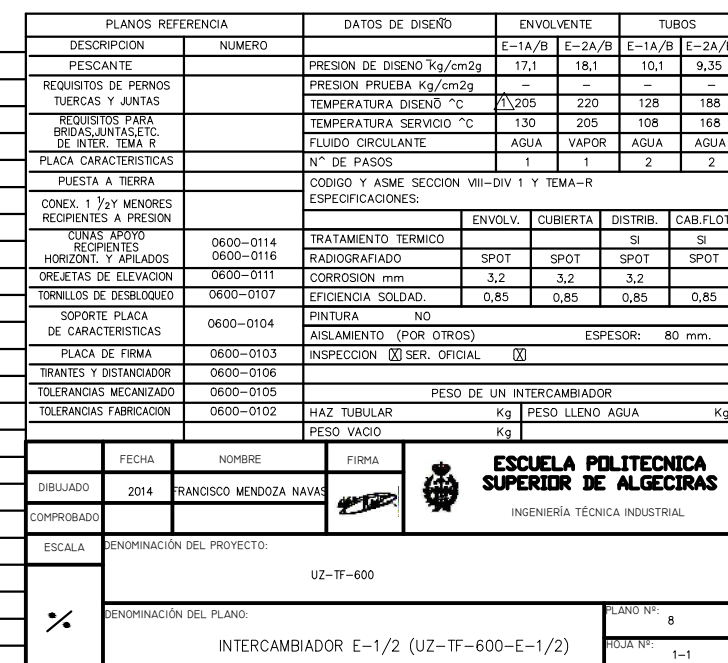
ESCALA 1:1

PLACA DE IDENTIDAD

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
	UZ-TF-600			
1: 75 1: 40	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: 7
	COLUMNAS STRIPPER C-2 (UZ-TF-B-600-C-2)			HOJA Nº: 1-1

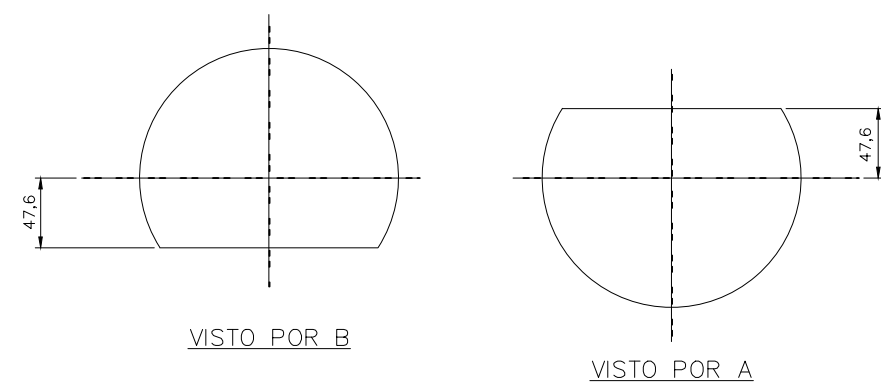
UZ-TF-600-E-1/E-2

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

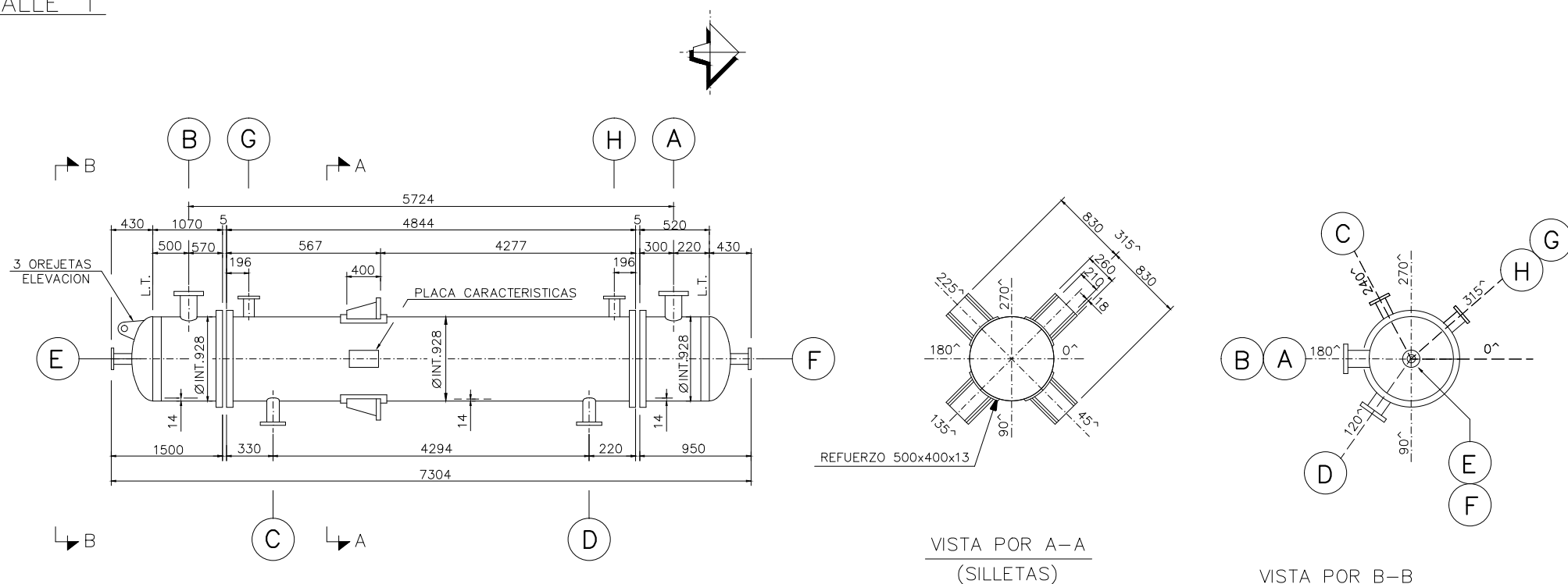





2 TALADROS ROSCADOS 1"
PARA CASCAMOS DE EXTRACCION

UZ-TF-600-E-3

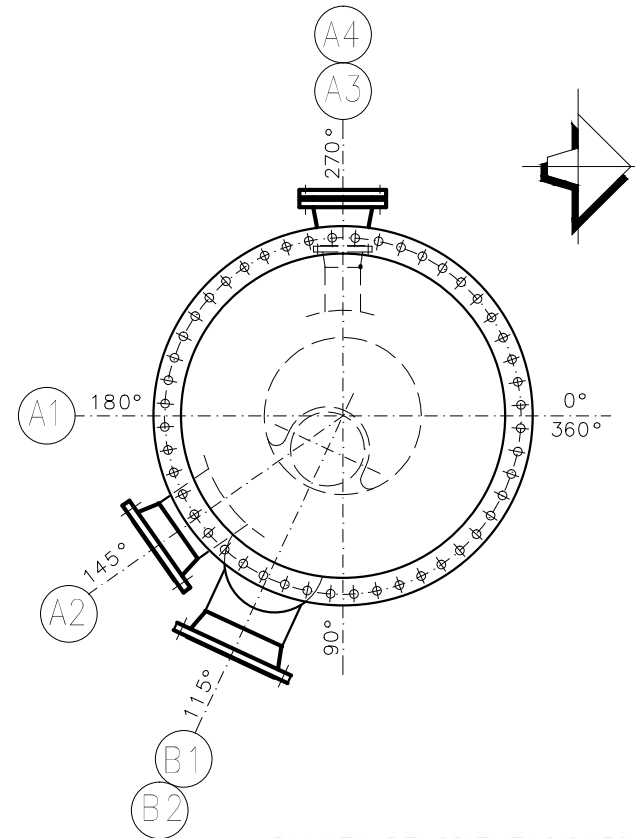


DETALLE "I"




	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
	UZ-TF-600			
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: 9
	REBOILER (UZ-TF-600-E-3)			FOCU Nº: 1-1

UZ-TF-600-E-4



NOTAS:

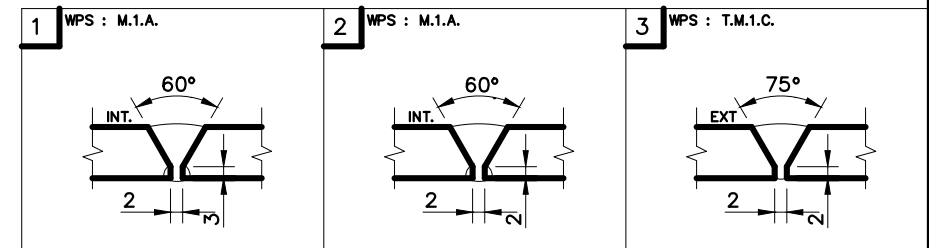
- 1- LOS SIMBOLOS DE SOLDADURA SERAN SEGUN : AWS
LOS CORDONES DE SOLDADURA SE MEDIRAN: 
- 2- LOS TALADROS DE LAS BRIDAS Y LOS TALADROS DE LOS PERNOS DE ANCLAJE SE SITUARAN A CABALLO DE LOS EJES PRINCIPALES DEL EQUIPO
- 3- LA SUPERFICIE DE LA CARA DE ASIENTO DE LAS BRIDAS TENDRA UN ACABADO 125a 250 AARH, MINIMO 40 RANURAS POR PULGADA.
- 4- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN mm EXCEPTO DONDE SE INDICA OTRA COSA.
- 5- LOS DETALLES DE CONEXIONES Y ENTRADA DE HOMBRE SE INDICAN EN EL PLANO No.
- 6- LOS DETALLES DE LOS ELEMENTOS INTERNOS SE INDICAN EN EL PLANO No.
- 9- LOS PROCEDIMIENTOS DE PINTURA SE REFLEJAN EN EL APARTADO "TRATAMIENTO SUPERFICIAL" DE ESTE PLANO.

PESOS	EQUIPO VACIO	PESOS	TRANSPORTE
	CAPACIDAD		ERECCION
	EQUIPO LLENO AGUA		



PRUEBA HIDRAULICA

	POSICION	CARCASA	INTERNOS	REGLAMENTO
INICIAL	VERTICAL	6.00 kg/cm ²	10.00 kg/cm ²	
PERIODICA	VERTICAL	5.20 kg/cm ²	8.70 kg/cm ²	MIE-ITC-AP6

DATOS DE DISEÑO			ESPECIFICACION DE MATERIALES	
DISEÑO SEGUN	ASME VIII Div.1 Ed.2004		ENVOLVENTE	ASTM A-340 Tp 316 L
PRESION DE DISEÑO CARCASA (kg/cm ²)	3.90		FONDOS	ASTM A-340 Tp 316 L
PRESION DE DISEÑO INTERNOS (kg/cm ²)	6.70		CUNAS	ASTM A-340 Tp 316 L
TEMP. DE DISEÑO CARCASA (° C)	205		FORJADOS	ASTM A-182 Tp 316 L
TEMP. DE DISEÑO INTERNOS (° C)	205		CUELLOS TUBO	ASTM A-312 Tp 316 L
PRESION DE TRABAJO CARCASA (kg/cm ²)	1.75		CUELLOS CHAPA	ASTM A-340 Tp 316 L
PRESION DE TRABAJO INTERNOS (kg/cm ²)	4.60		REFUERZOS	ASTM A-340 Tp 316 L
TEMP. DE TRABAJO CARCASA (° C)	130		CODOS	ASTM A-403 Wp 316 L
TEMP. DE TRABAJO INTERNOS (° C)	41		TORNILLOS/TUERCAS	SA-193-B7 SA-194-2H
PRESION DINAMICA DEL VIENTO -- kg/m ²			JUNTAS	AISI-316+GRAFITO
FACTOR SISMICO	s/NCSE-94		ANILLOS RIGIDIZADOR.	
CATEGORIA S/MIE-ITC-AP6	----		SOPORTES AISLAMIEN.	
	ENVOLVENTE	FONDOS	CLIPS	ASTM A-340 Tp 316 L
RADIOGRAFIADO	SPOT	NO (SIN COSTURAS)		
EFICIENCIA JUNTA	0.85	1	BRIDAS	ASTM A-182 Tp 316 L
CORROSION	1 mm.	1 mm.	TUBOS	ASTM A-312 Tp 316 L
TRATAMIENTO TERMICO	NO		TORNILLOS/TUERCAS	
PREPARACION DE SUPERFICIE	NO		JUNTAS	
AISLAMIENTO	NO	ESPESOR	SOPORTES	ASTM A-340 Tp 316 L
PROT.CONTRA FUEGO	NO ESPESOR			
DENSIDAD	1000 kg/m ³			
INSPECCION	ECA			



	B2	1	10"	150#	WN	RF	SCH.40S	860	400	8	SALIDA AGUA REF.		
TOLERANCIAS s/CODIGO	B1	1	10"	150#	WN	RF	SCH.40S	860	400	8	ENTRADA AGUA REF.		
BRIDAS PARA TAPA SUPERIOR ANSI B 16.47 SERIE B	A4	1	6"	150#	WN	RF	SCH.40S	700	300	8	RESERVA CON TAPA		
SOPORTE Y PLACA DE CARACTERISTICAS	A3	1	4"	150#	WN	RF	SCH.80S	550	220	8	SALIDA CONDENSADOS		
REQUISITOS BRIDAS, JUNTAS, PERNOS s/ANSI ANSI B 16.5	A2	1	8"	150#	WN	RF	SCH.40S	750	340	8	SALIDA GAS ACIDO		
PUESTA A TIERRA	A1	1	24"	150#	SO	RF	---	---	---	---	ENTRADA DE GAS		
PREPARACION TRANSPORTE MAQUINARIA	MARCA	CANTIDAD	TAMAO	CLASE ANSI	TIPO	CARA	ESP. CUELLO	PROTECCION	DIAMETRO	ESPESOR	SERVICIO		
RECIPIENTES A PRESION ASME VIII DIVISION 1													
NORMATIVA PED 97/23/EC									REFUERZO				
DIBUJOS Y NORMAS DE REFERENCIA				LISTA DE CONEXIONES									

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600			
✕	DENOMINACIÓN DEL PLANO: CONDENSADOR (UZ-TF-600-E-4)			PLANO Nº: 10 HOJA Nº: 1-1

BOMBAS

(G1A/B-G2A/B)

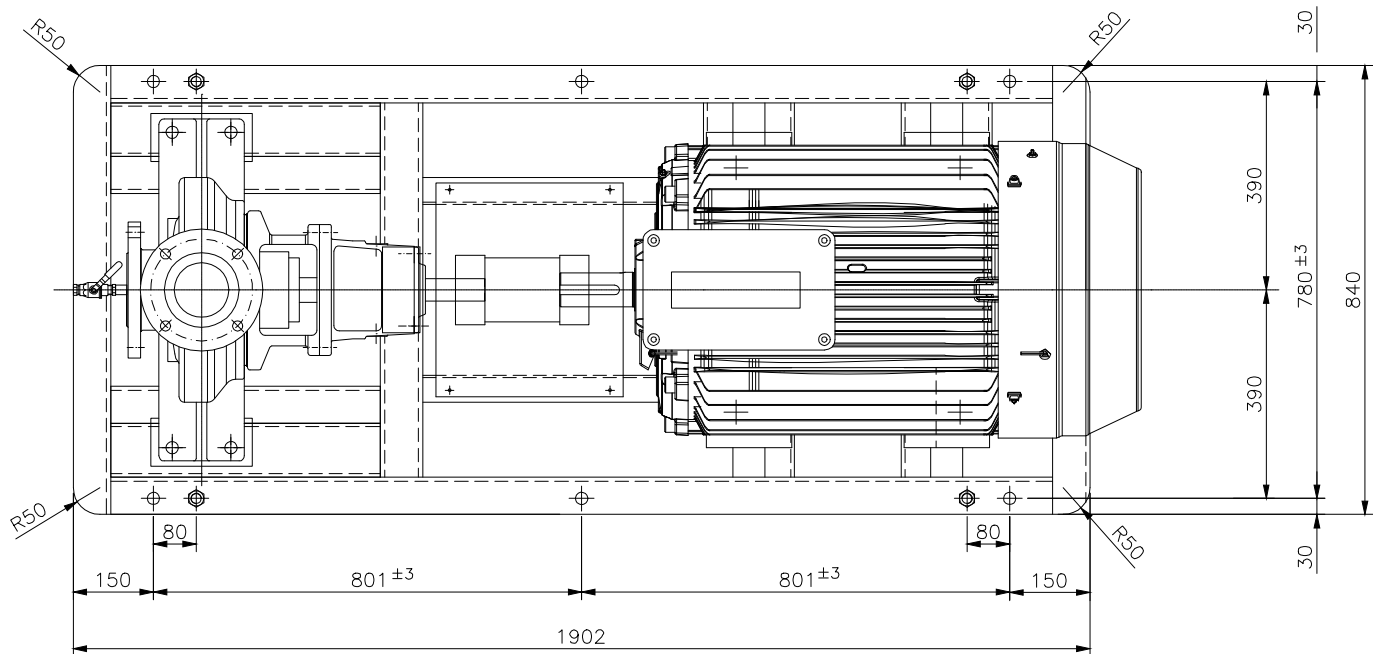
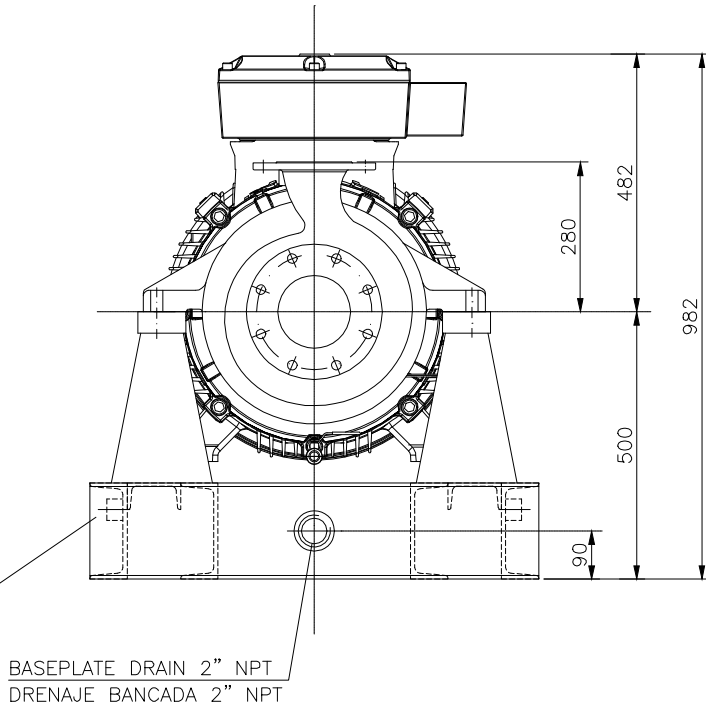
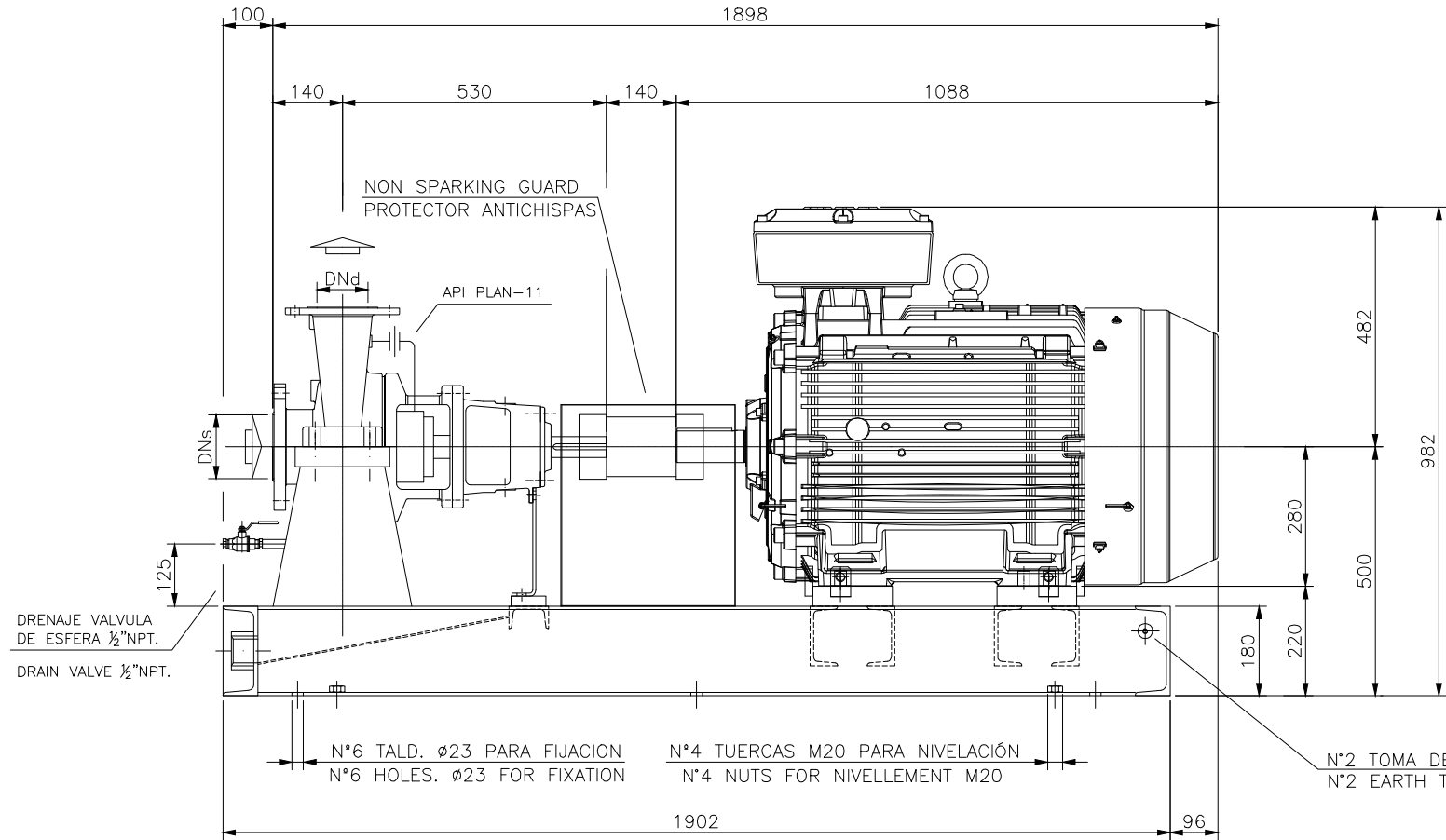
BOMBA PUMP	SMKD	MOTOR MOTOR	ABB	TIPO TYPE	
TIPO TYPE	4x5x10 1/4"	POTENCIA POWER	75 Kw	VELOCIDAD min SPEED R.P.M.	3000
CAUDAL FLOW	m3/h	VOLTAJE VOLTAGE	500 V	GRADO DE PROTECCIÓN PROT. CLASS	IP 55
ALTURA HEAD	m	FASES PHASES	3	EJECUCIÓN DE SEGURIDAD SAFETY EXECUTION Ex Na II T3	

ACOPLAMIENTO COUPLING	JOHN CRANE
TIPO TYPE	

CIERRE MECHANICAL SEAL	JOHN CRANE
TIPO TYPE	8B1/GU1SH/PG/ø46
CÓDIGO MAT. MAT. CODE	
API PLAN	11-61

PESO MOTOR MOTOR WEIGHT	625 Kg.
PESO BOMBA PUMP WEIGHT	135 Kg.
PESO BANCADA BASEPLATE WEIGHT	260 Kg.
PESO DEL CONJUNTO TOTAL WEIGHT	1020 Kg.

PRESION DE SHUTT OFF	9,6 Kg/cm2g
----------------------	-------------

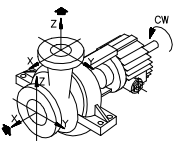


MATERIAL TUBERIA PLAN 11
TUBO 1/2" SCHD-80 en A-312 T316L
BRIDAS 1/2" S.W. ANSI 300# en A-182 F316L

BRIDA ASPIRACION = 8" 150# RF ANSI B 16.5

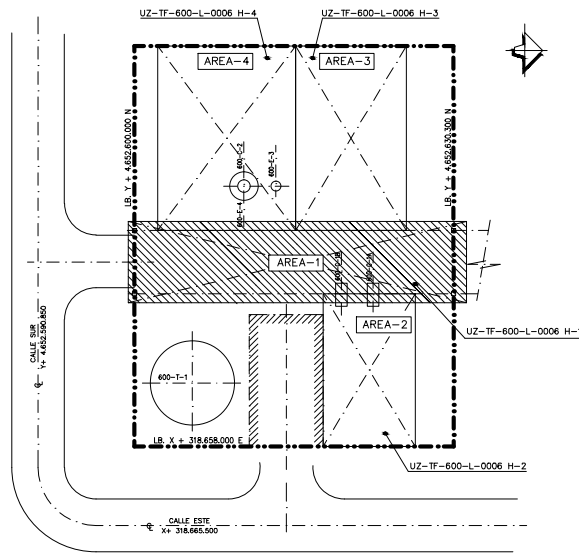
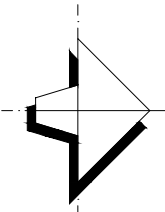
BRIDA IMPULSION = 6" 150# RF ANSI B 16.5

FUERZAS Y MOMENTOS EN BRIDAS CUMPLEN CON API-8" ED.								
DIAMETRO DE BRIDAS NOZZLES DIAMETER	FUERZAS/FORCES (daN)			MOMENTOS/MOMENTS (m.daN)				
	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	MT	
ASP/SUCT.: 8"	311	249	205	230	118	176	313	
IMP./DISC.: 6"	142	116	178	133	68	100	180	



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL	
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS			
COMPROBADO				DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600	
ESCALA					
1:10	DENOMINACIÓN DEL PLANO: BOMBA G-1A/B (UZ-TF-600-G-1A/B)				PLANO Nº: 20
					HOJA Nº: 1-1



DISEÑO DE COLECTORES EN RACK Y DETALLES



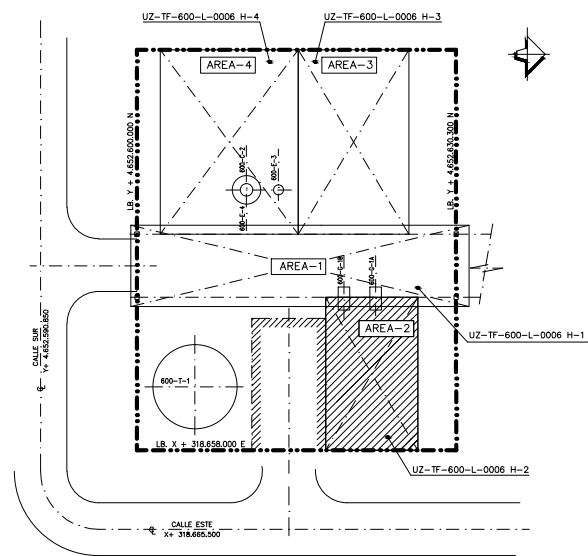
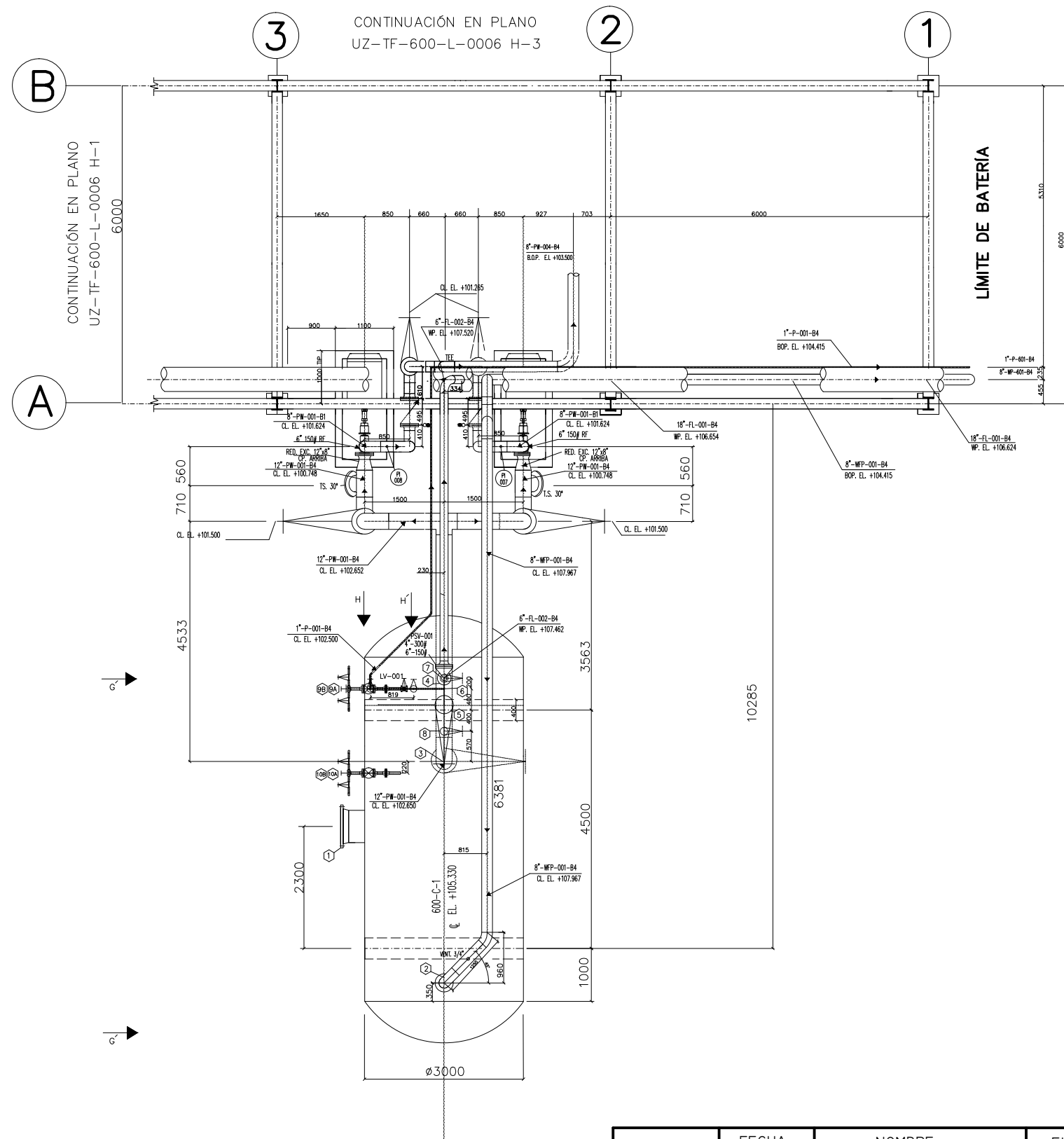
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
	UZ-TF-600			
1:50	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: 11
	DISEÑO DE COLECTORES EN RACK (UZ-TF-600-L-0001-H1)			HOJA Nº: 1-2



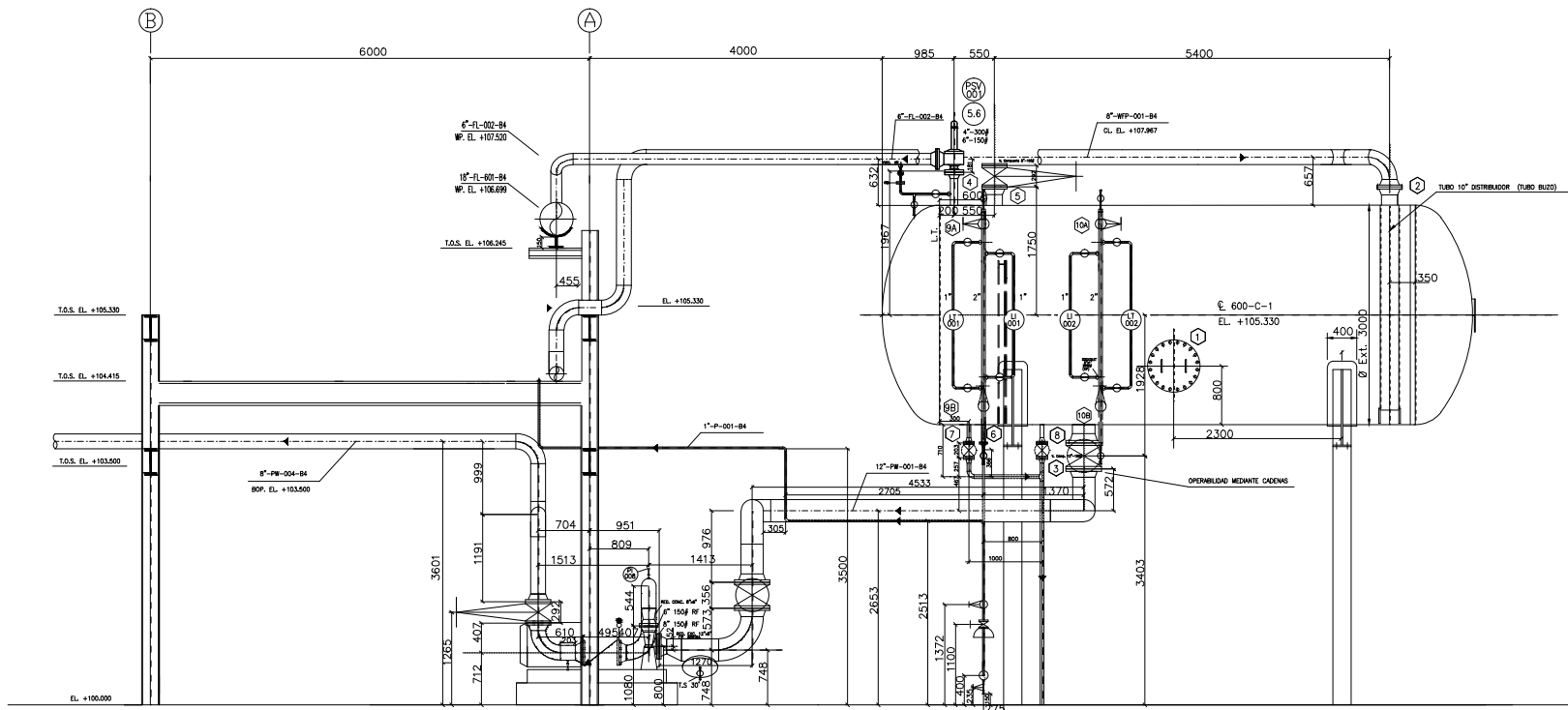
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
	UZ-TF-600			
1:50	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: 12
	DISEÑO DE COLECTORES EN RACK (UZ-TF-600-L-0001-H1)			HOJA Nº: 2-2

**SISTEMA DE
CARGA UNIDAD
(600-C-1-600-G-1)**

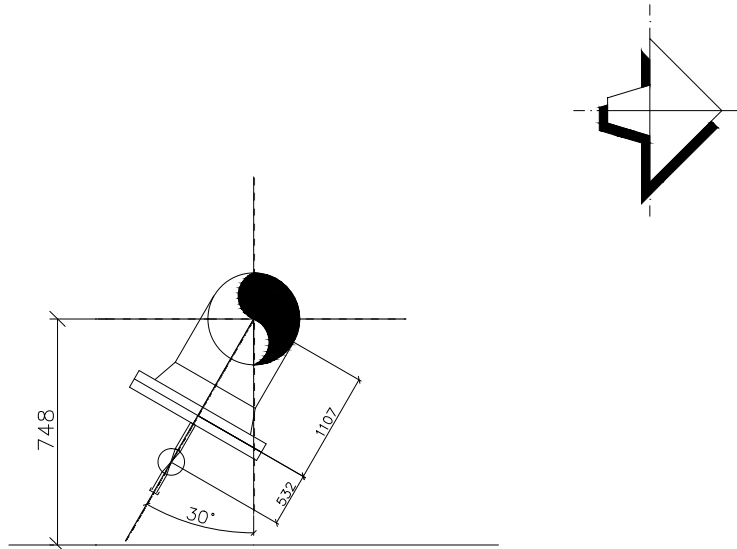


PLANO CLAVE DE AREAS UD-600

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600			
1: 50	DENOMINACIÓN DEL PLANO: SISTEMA DE CARGA (UZ-TF-600-L-0002-H2)			PLANO Nº: 13 HOJA Nº: 1-2

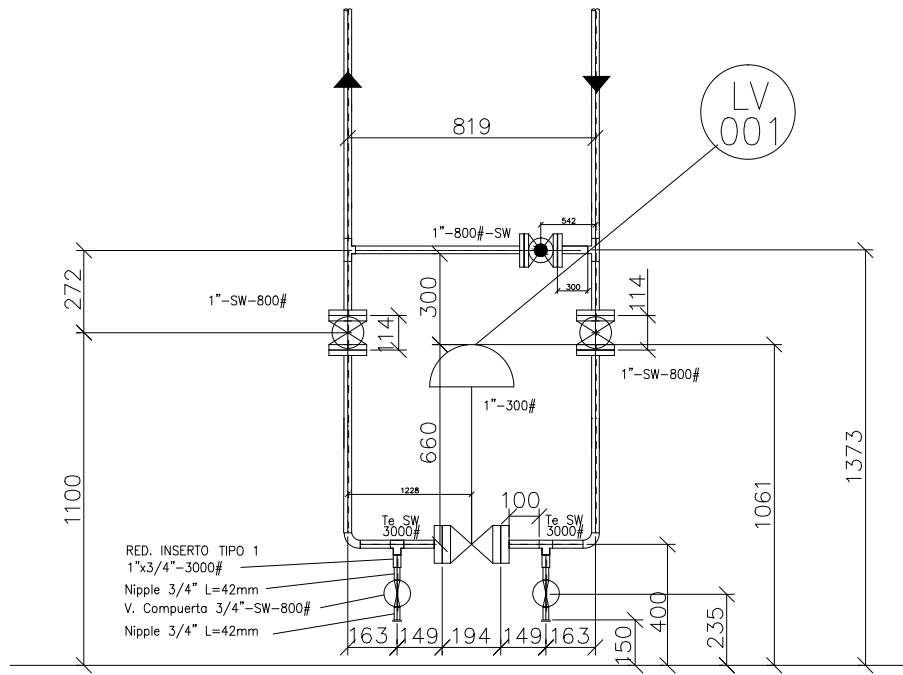


DETALLE ALZADO ASPIRACIÓN/DESCARGA DE G1-2 A/B
VISTA F-F' en planta
ESCALA: 1/50

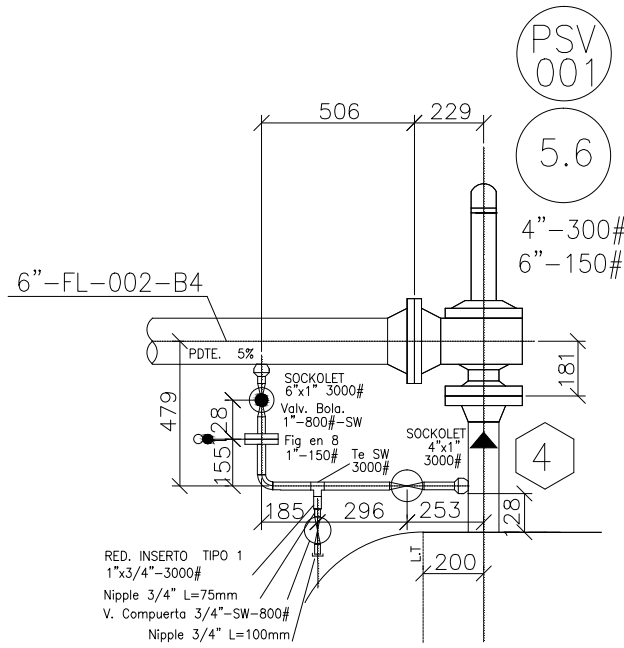


Filtro Temporal en T (12"–150#)
ESCALA: 1/25

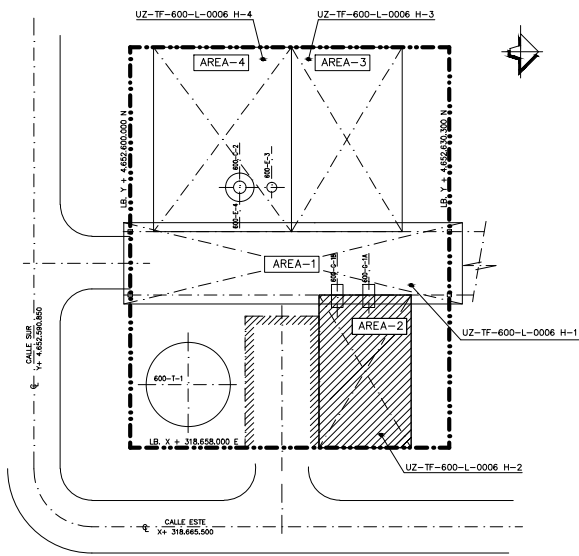
FILTRO TEMPORAL EN T (12"–150#)
ESCALA: 1/25



DETALLE ESTACIÓN DE CONTROL 1" (300#)
VISTA H-H' en planta
ESCALA: 1/25



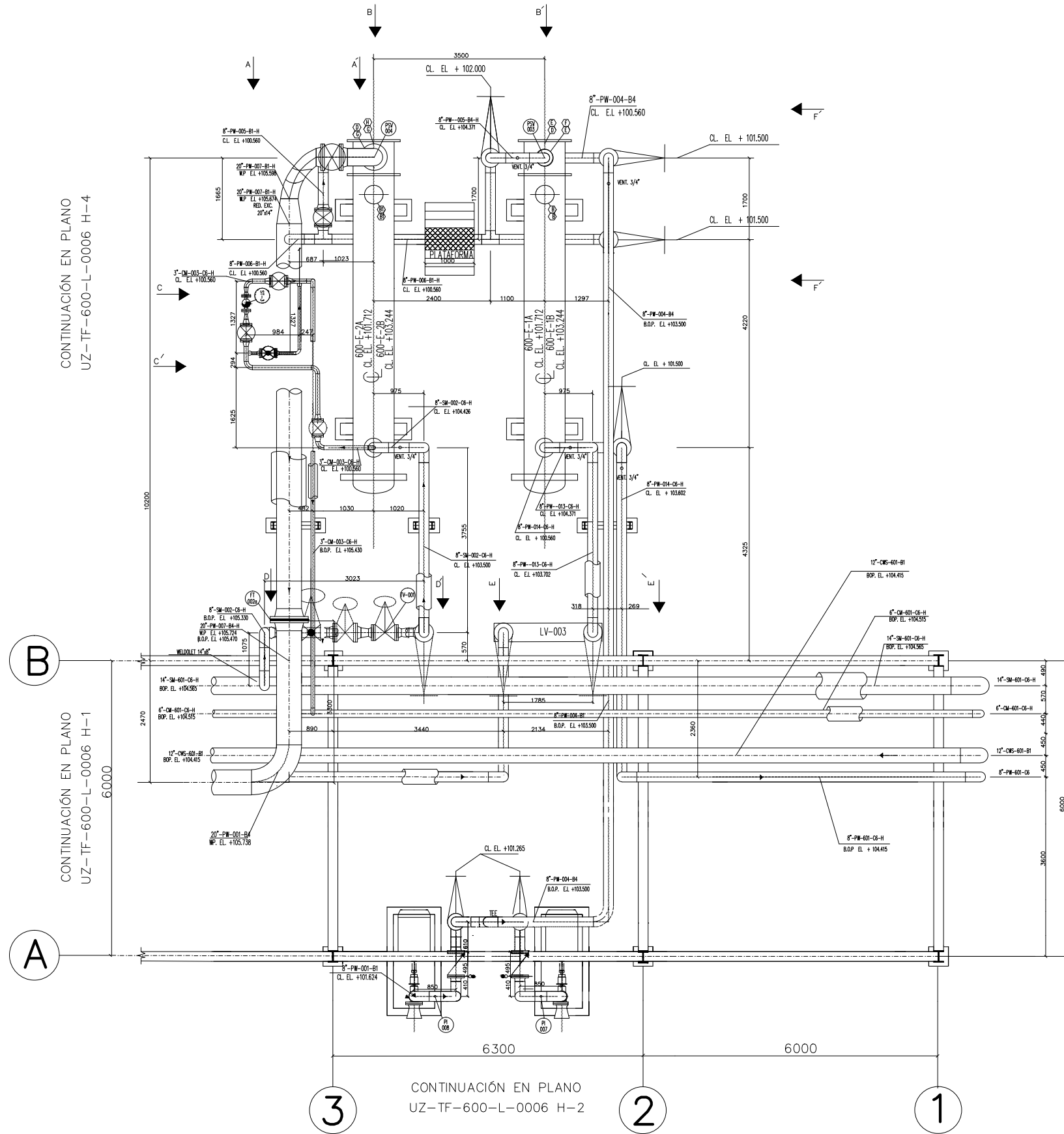
DETALLE PSV-001 (BY-PASS)



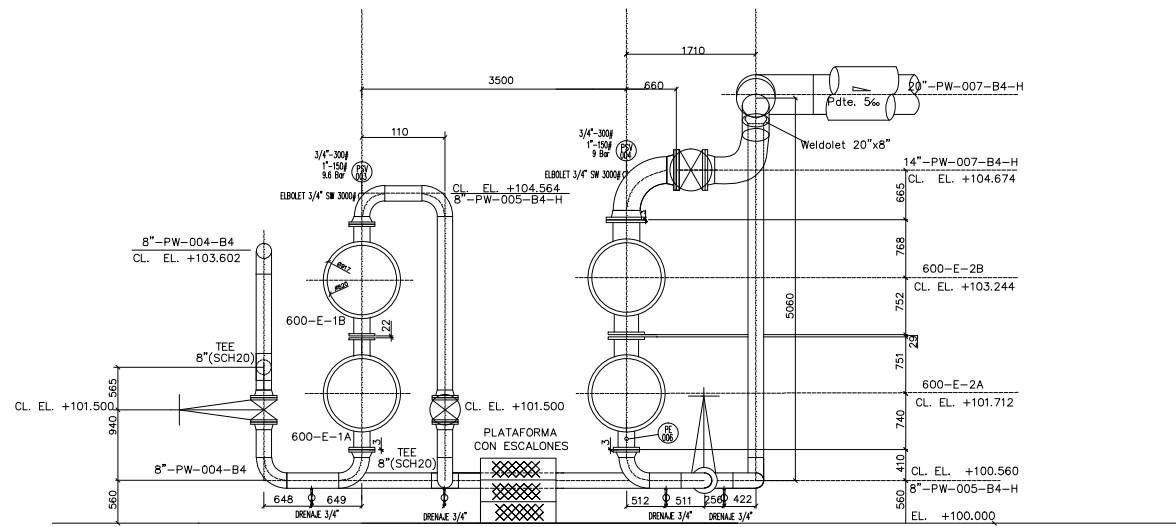
PLANO CLAVE DE AREAS UD-600

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 <div>ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS</div> <div>INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL</div>
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
1: 25 1: 50	UZ-TF-600			
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: 14
	SISTEMA DE CARGA (UZ-TF-600-L-0002-H2)			HOJA Nº: 2-2

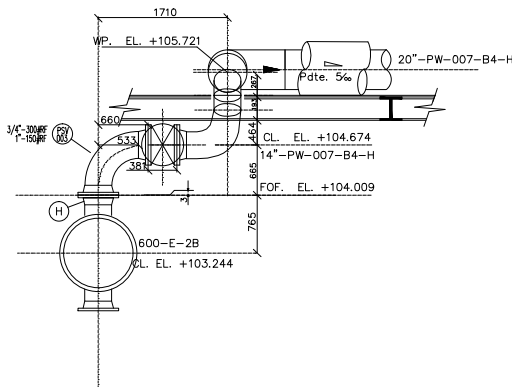
**SISTEMA DE
CALENTAMIENTO
(600-E-1-600-E-2)**



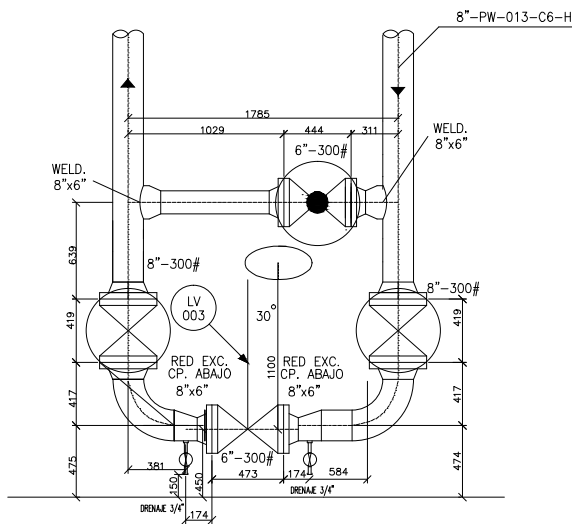
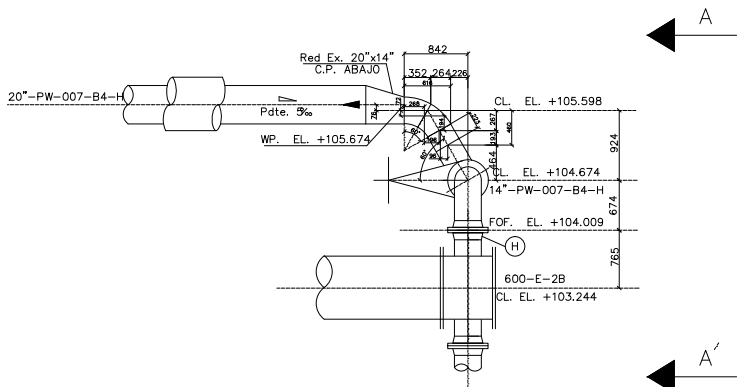
	FECHA	NOMBRE	FIRMA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS	
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS			INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL	
COMPROBADO						
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:					
1:50	UZ-TF-600					
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:					PLANO Nº: 15
	SISTEMA DE CALENTAMIENTO (UZ-TF-600-L-0003-H3)					HOJA Nº: 1-2



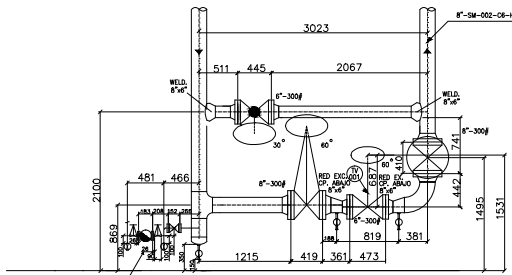
VISTA B-B / LADO DISTRIBUIDOR



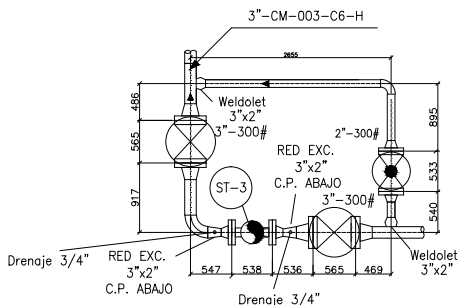
DETALLE TRANSFER LINE
VISTA POR A-A
(LADO DISTRIBUIDOR)



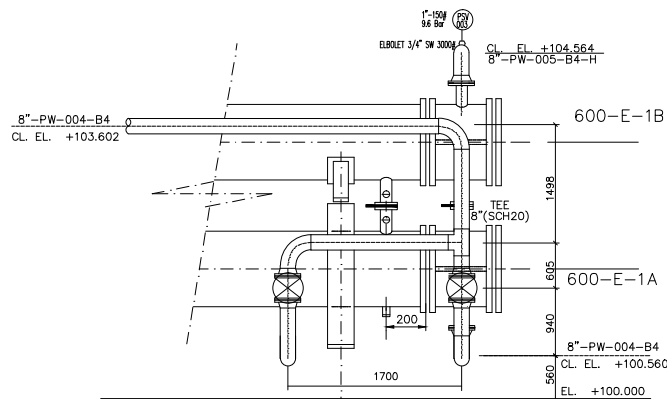
ALZADO ESTACIÓN DE CONTROL LV-003
VISTA E-E
ESCALA: 1/25



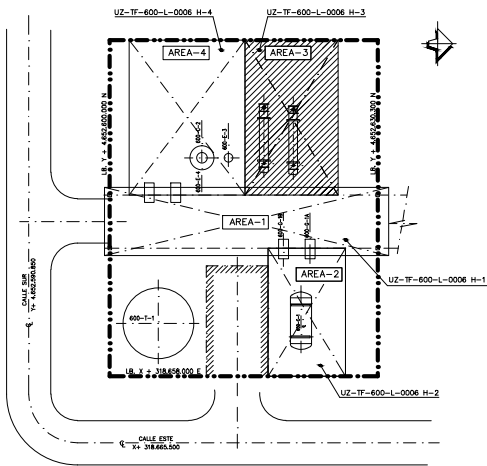
ALZADO ESTACIÓN DE CONTROL TV-001
VISTA D-D




DETALLE PURGADOR DE VAPOR ST-3
VISTA C-C en planta
ESCALA: 1/25



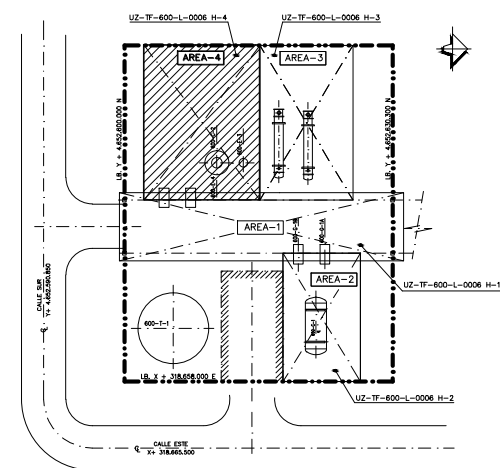
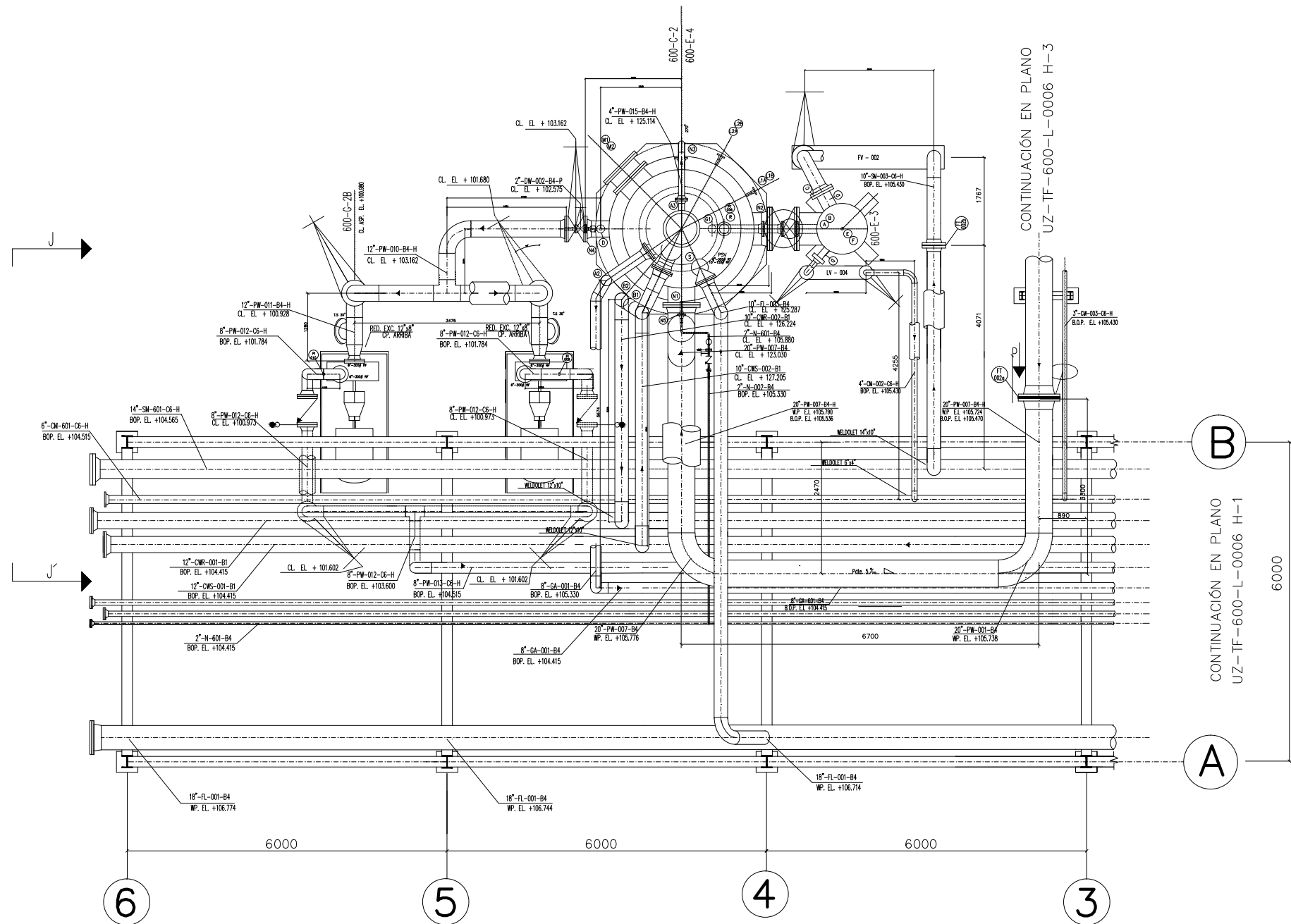
VISTA F-F





PLANO CLAVE DE AREAS UD-600

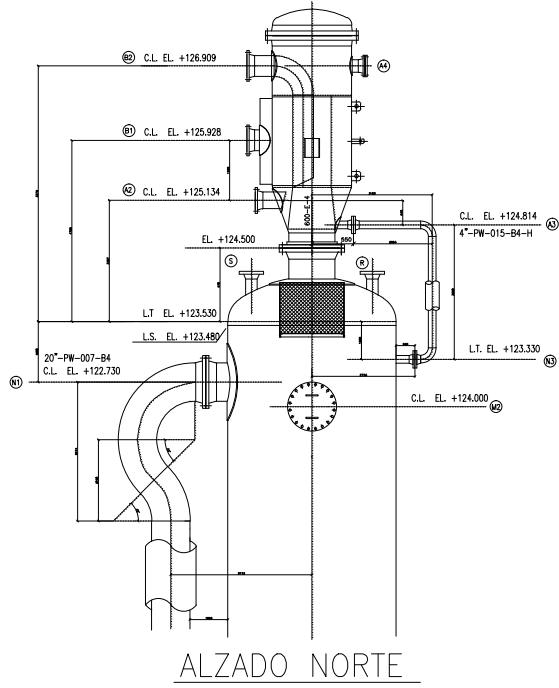
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 <div>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS</div> <div>INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL</div>
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600			
1: 25	DENOMINACIÓN DEL PLANO: SISTEMA DE CALENTAMIENTO (UZ-TF-600-L-0003-H3)			PLANO Nº: 16
1: 50				HOJA Nº: 2-2

**SISTEMA DE
STRIPPING
(600-C-2-600-G-2)**

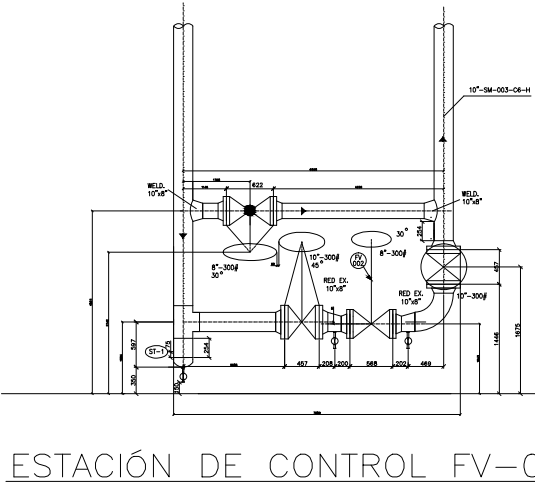


PLANO CLAVE DE AREAS UD-600

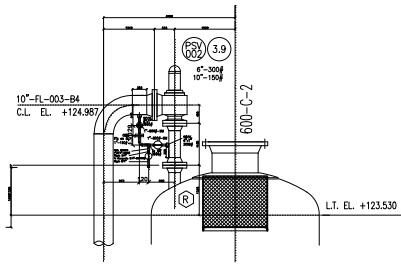
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 <div>ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS</div> <div>INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL</div>
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600			
1:50	DENOMINACIÓN DEL PLANO: SISTEMA DE STRIPPING (UZ-TF-600-L-0004-H4)			PLANO Nº: 17
				HOJA Nº: 1-2



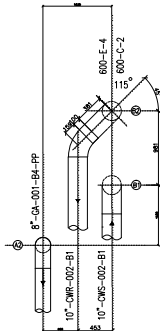
ESTACIÓN DE CONTROL LV-004



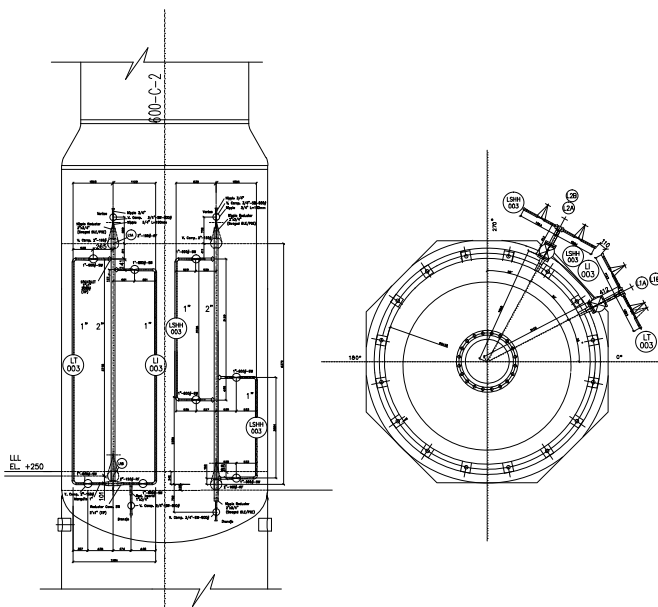
ESTACIÓN DE CONTROL FV-002



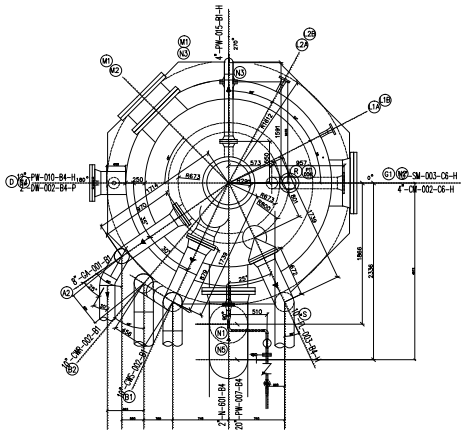
Detalle PSV-002



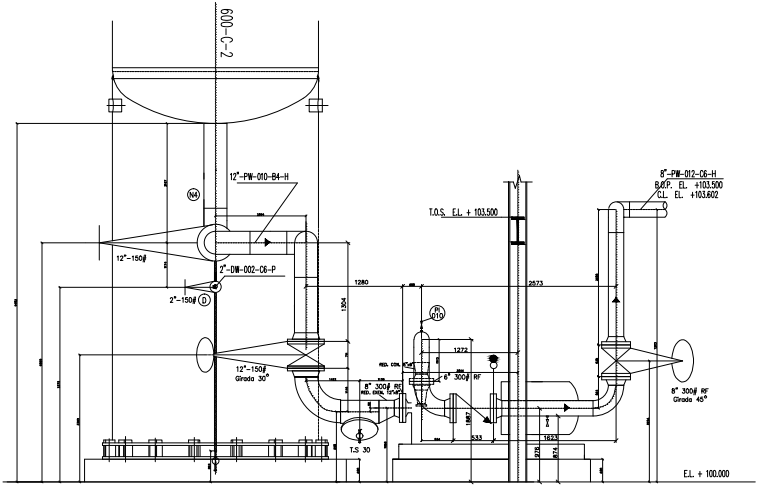
Filtro Temporal en T (12"-150#)



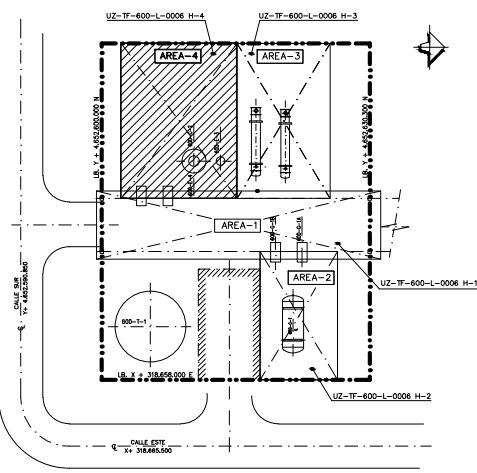
Detalle Stand Pipe





STRIPPER



ASPIRACIÓN-IMPULSIÓN G-2-A/B

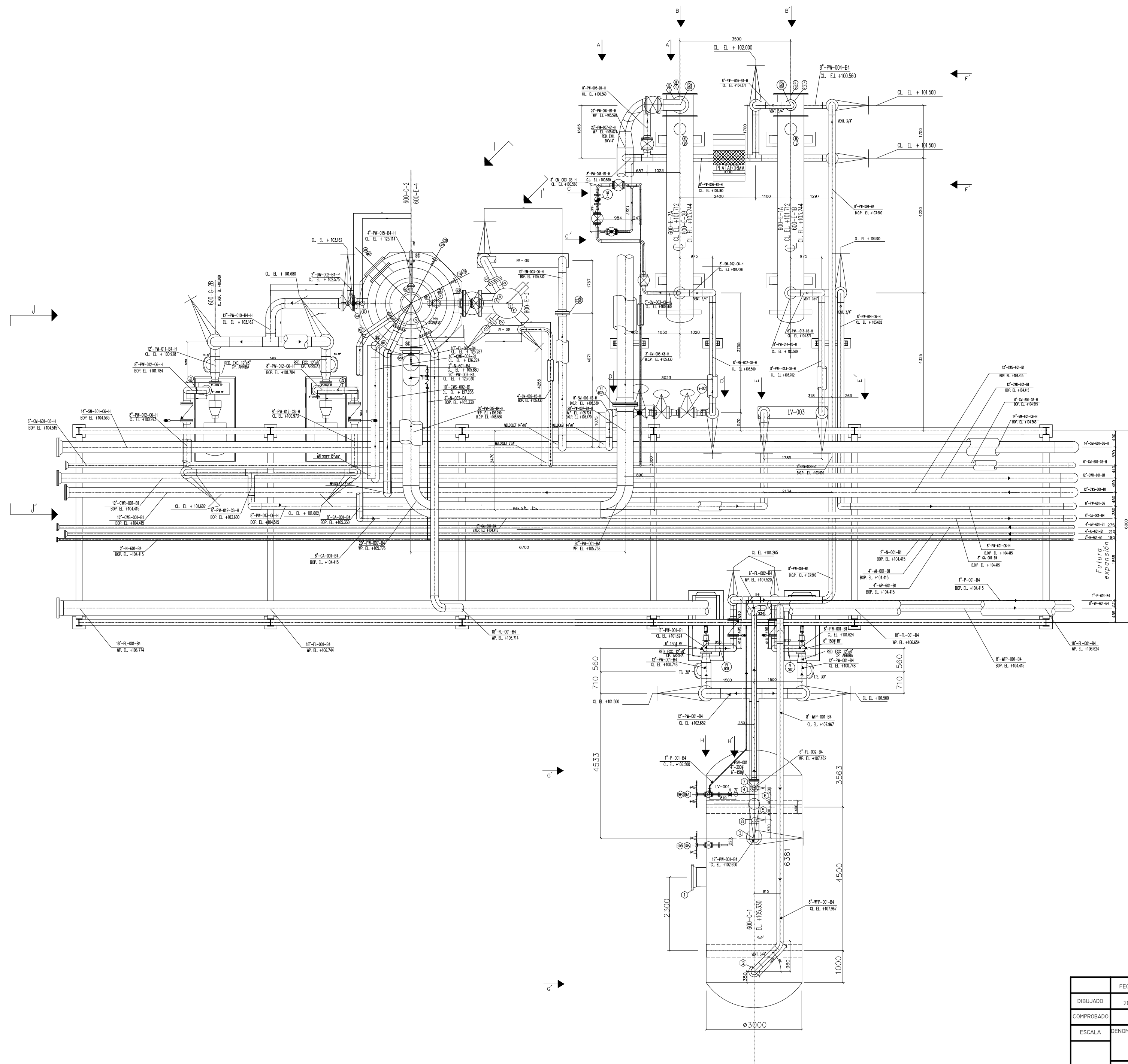


PLANO CLAVE DE AREAS UD-600

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 <div>ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS</div> <div>INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL</div>
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600			
1:50	DENOMINACIÓN DEL PLANO: SISTEMA DE STRIPPING (UZ-TF-600-L-0004-H4)			PLANO Nº: 18 HOJA Nº: 2-2

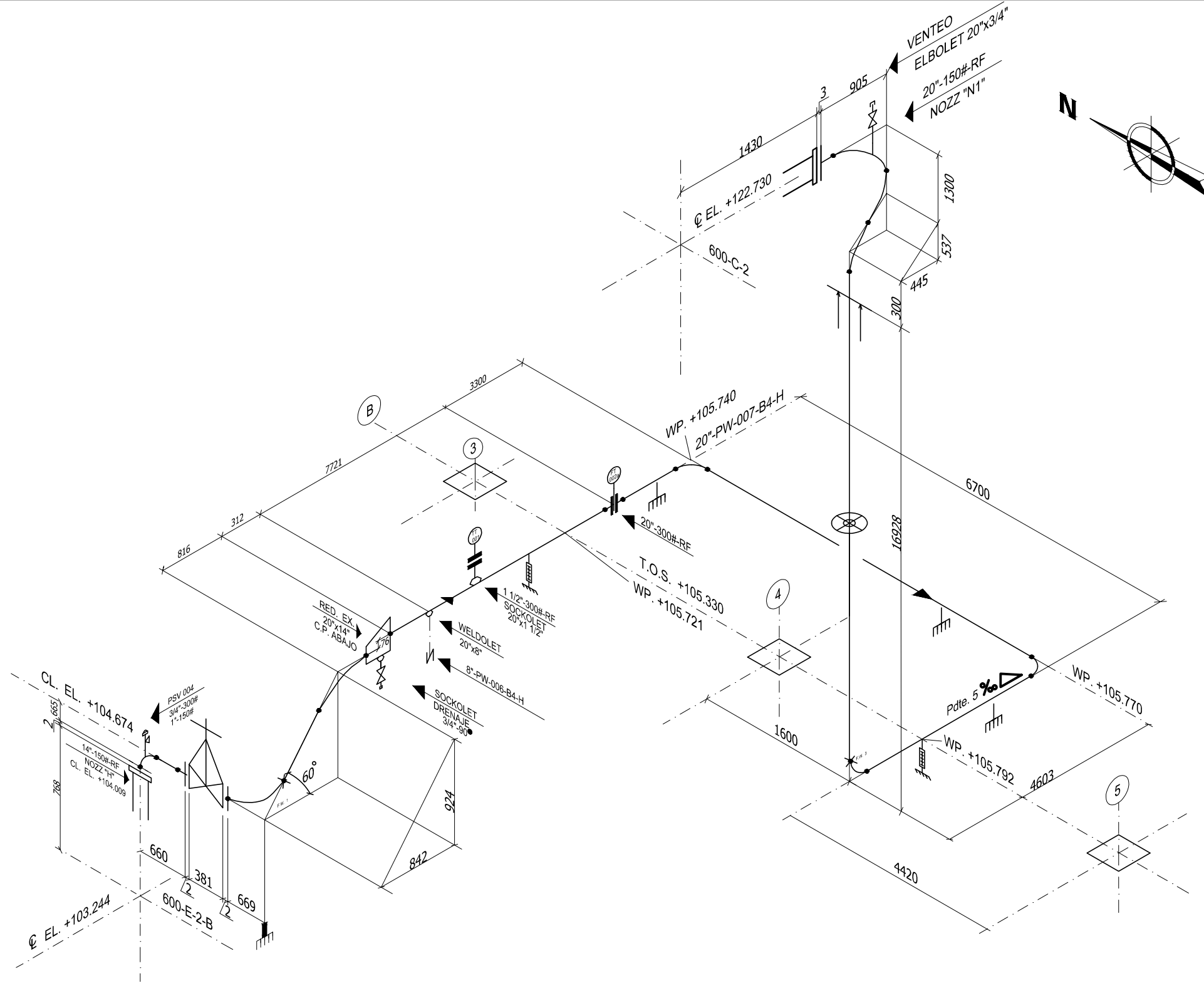
LAY-OUTS PLANTA



UD-600



DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
	UZ-TF-600			
1:120	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: 19
	DISEÑO COMPLETO UZ-TF-600			HOJA Nº: 1-1

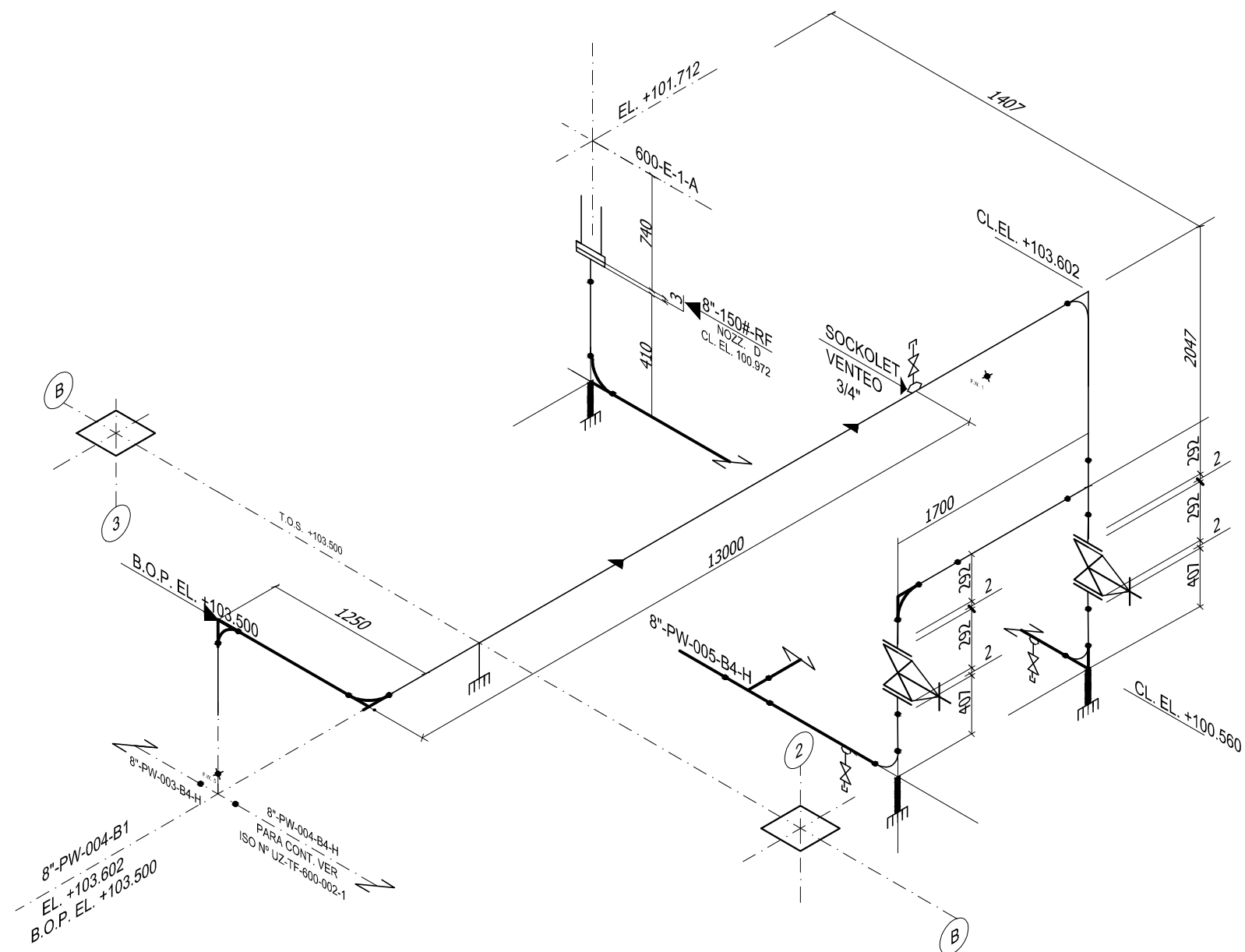
ISOMÉTRICAS Y MTO



[illegible][illegible]

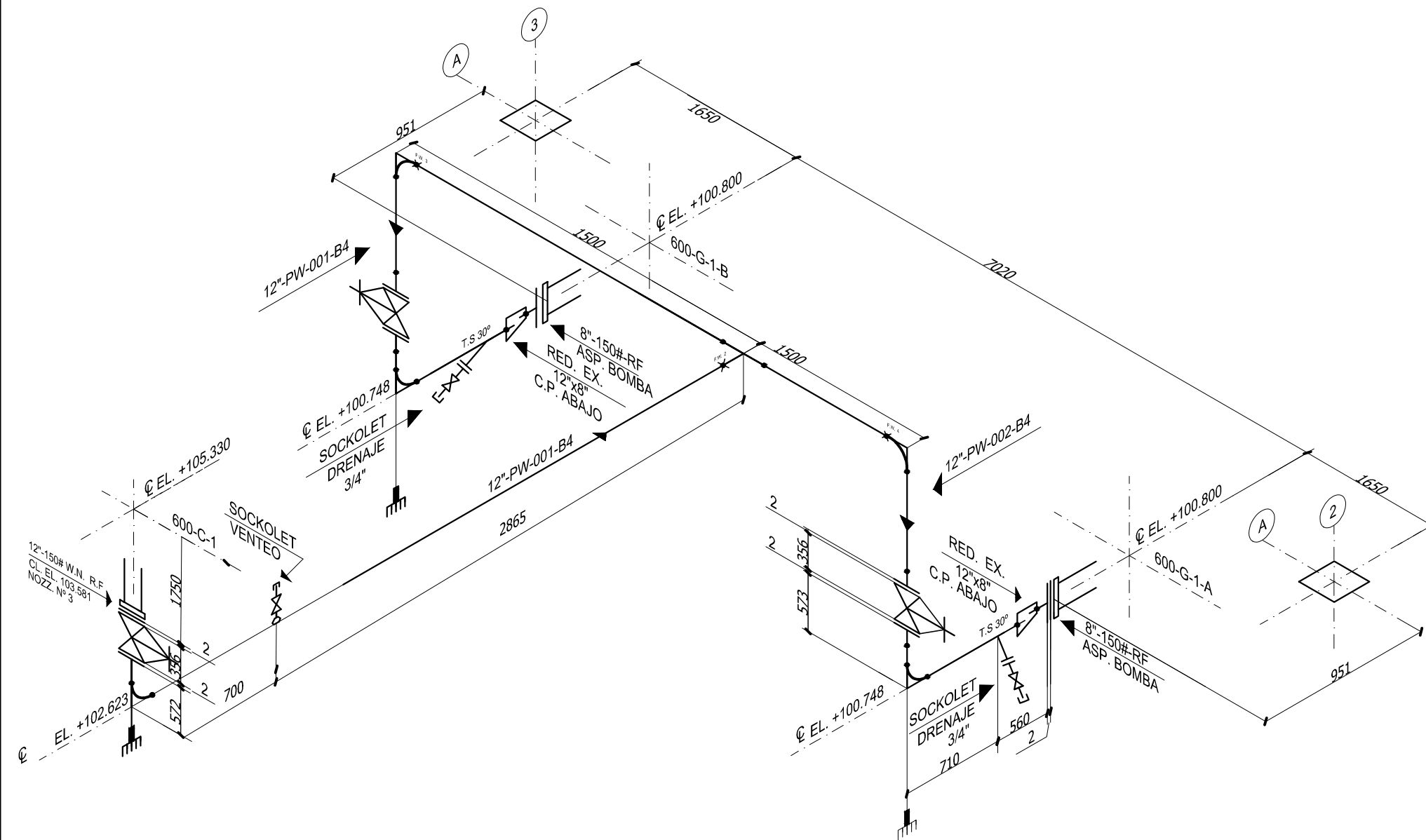
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 <div> ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL </div>
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
	UZ-TF-600			
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: 20
	TRANSFER LINE (UZ-TF-600-ISO-0002)			HOJA Nº: 1-1

[illegible]

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

[illegible][illegible]

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 <div>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS</div> <div>INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL</div>
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
	UZ-TF-600			
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:		PLANO Nº: 22	
	IMPULSION G-1A/B (UZ-TF-600-ISO-0003)		HOJA Nº: 2-2	

[illegible]

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
DIBUJADO	2014	FRANCISCO MENDOZA NAVAS		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: UZ-TF-600			
	DENOMINACIÓN DEL PLANO: ASPIRACIÓN G-1A/B (UZ-TF-600-ISO-0001-1)			
				PLANO Nº: 19 HOJA Nº: 1-1

DOCUMENTO N°3

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1. Objetivo
2. Pliego de condiciones generales
 - 2.1. Título del proyecto y autor
 - 2.2. Contradicciones, omisiones o errores
 - 2.3. Trabajos preparatorios
 - 2.3.1. Comprobación del replanteo
 - 2.3.2. Fijación de los puntos de replanteo
 - 2.3.3. Programación de los trabajos
 - 2.4. Plazos de ejecución
 - 2.5. Desarrollo y control de los trabajos
 - 2.5.1. Equipos de maquinaria
 - 2.5.2. Ensayos
 - 2.5.3. Materiales
 - 2.5.3.1. Manipulación de materiales
 - 2.5.3.2. Inspección en planta
 - 2.5.3.3. Inspección de los materiales
 - 2.5.3.4. Materiales defectuosos
 - 2.5.4. Acopios
 - 2.5.5. Trabajos nocturnos
 - 2.5.6. Accidentes de trabajo
 - 2.5.7. Descanso en días festivos
 - 2.5.8. Trabajos defectuosos o no autorizados
 - 2.5.9. Señalización de obras
 - 2.5.10. Precauciones especiales
 - 2.5.10.1. Lluvias
 - 2.5.10.2. Incendios
 - 2.5.10.3. Personal técnico
 - 2.6. Mediciones de obras
 - 2.7. Certificaciones
 - 2.7.1. Precio unitario

- 2.7.2. Partidas alzadas
 - 2.7.3. Instalaciones y equipos de maquinaria
 - 2.8. Gastos de cuenta del contratista
 - 2.9. Legislación social
 - 2.10. Ingeniero director de obras. Funciones
 - 2.11. Recepciones, garantías y obligaciones del contratista
 - 2.11.1. Recepción provisional
 - 2.11.2. Plazos de garantía
 - 2.11.3. Recepción definitiva
 - 2.11.4. Prescripciones particulares
- 3. Condiciones de los materiales y equipos
 - 3.1. Referencias y normativas
- 4. Seguridad e higiene
 - 4.1. Protección y lucha contra incendios
- 5. Pliego de condiciones particulares
 - 5.1. Referencias y normativas
 - 5.2. Definiciones generales
 - 5.2.1. Aparato sometido a presión
 - 5.2.2. Tuberías
 - 5.2.3. Definición del sistema
 - 5.2.4. Diseño mecánico
 - 5.2.5. Ingeniería
 - 5.2.6. Fabricante
 - 5.2.7. Reparador
 - 5.2.8. Instalador
 - 5.2.9. Usuario
 - 5.2.10. Inspector propio
 - 5.2.11. Inspecciones y pruebas previas
 - 5.2.12. Inspecciones y pruebas periódicas
 - 5.2.13. Control de calidad
 - 5.3. Definiciones de ámbito técnico
 - 5.3.1. Presión de diseño

- 5.3.2. Presión máxima de operación
 - 5.3.3. Presión de operación
 - 5.3.4. Presión de prueba
 - 5.3.5. Temperatura de diseño
 - 5.3.6. Temperatura máxima de operación
 - 5.3.7. Temperatura de operación
- 5.4. Condiciones generales para todos los aparatos
 - 5.4.1. Manual de diseño
 - 5.4.2. Certificados
 - 5.4.3. Proceso de fabricación
 - 5.4.4. Legalización de aparatos a presión
 - 5.4.5. Instalación
 - 5.4.6. Inspecciones y pruebas
 - 5.4.6.1. Inspecciones y pruebas oficiales
 - 5.4.6.2. Inspecciones y pruebas en el taller del fabricante
 - 5.4.6.3. Inspecciones y pruebas insitu
 - 5.4.7. Placas
 - 5.4.8. Elementos de seguridad
- 5.5. Pruebas para las tuberías
- 5.6. Prueba de los sistemas antes de la puesta en marcha
 - 5.6.1. Prueba hidrostática
 - 5.6.2. Lavado del equipo
 - 5.6.3. Comprobación de servicios auxiliares
 - 5.6.3.1. Equipo eléctrico
 - 5.6.3.2. Aire de instrumentos
 - 5.6.3.3. Red contra incendios
 - 5.6.3.4. Sistema de drenaje
 - 5.6.3.5. Seguridad
- 6. Medición y abono de las obras
 - 6.1. Mediciones y valoraciones
 - 6.2. Condiciones económicas
 - 6.3. Condiciones de índole legal

7. Ejecución de las obras

- 7.1. Ejecución en general**
- 7.2. Orden de los trabajos**
- 7.3. Marcha de las obras**
- 7.4. Obra civil**
- 7.5. Instalaciones varias**
- 7.6. Responsabilidad de la contrata**
- 7.7. Dirección de los trabajos**
- 7.8. Legalización**

1. Objetivo

El objetivo del presente pliego de condiciones es definir el conjunto de directrices, requisitos y normas aplicables al desarrollo de las obras a las que se refiere el proyecto del que forma parte. Contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales y equipos, el modo de ejecución, medición de las unidades de obra, y en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el presente proyecto. El pliego de condiciones constituye el documento más importante desde el punto de vista contractual.

El contratista está obligado a ejecutar el proyecto según se especifica en el pliego de condiciones. Del mismo modo, la administración podrá conocer de forma detallada las diferentes tareas que se desarrollarán durante la ejecución del proyecto.

2. Pliego de condiciones generales

2.1. Título del proyecto y autor

Título: “Ingeniería de diseño de una unidad de tratamiento de aguas ácidas” como Proyecto Fin de Carrera.

Autor: Francisco Mendoza Navas

2.2. Contradicciones, omisiones o errores

En el caso de contradicción entre los planos y el pliego de prescripciones técnicas, prevalecerá lo indicado en este último. Lo mencionado en el pliego de prescripción técnica y omitida en los planos o viceversa, habrá de ser aceptado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio del director de obras,

quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente y esta tenga precio en el contrato.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el director o contratista deberán reflejarse en el acta de comprobación.

2.3. Trabajos preparatorios

Los trabajos preparatorios para el inicio de las obras consistirán en:
Comprobación del replanteo.

- Fijación y conservación de los puntos del replanteo.
- Programación de los equipos.

2.3.1. Comprobación del replanteo

En el plazo de 15 días a partir de la adjudicación definitiva se comprobarán, en presencia del adjudicatario o de su representante, el replanteo de las obras efectuadas antes de la licitación, extendiéndose la correspondiente acta de comprobación del replanteo.

El acta de comprobación del replanteo reflejará la conformidad o la disconformidad del replanteo respecto a los documentos contractuales del proyecto, refiriéndose expresamente a las características geométricas de los trabajos, así como a cualquier punto que en caso de disconformidad pueda afectar al cumplimiento del contrato.

Cuando el acta de comprobación del replanteo refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto, valorado a los precios del contrato.

2.3.2. Fijación de los puntos de replanteo

La comprobación del replanteo deberá incluir como mínimo los datos y referencias previstos para poder materializar las obras, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle y de otros elementos que puedan estimarse precisos.

Los puntos de referencia para los sucesivos replanteos se marcarán con los medios adecuados para evitar su desaparición.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anexo al acta de comprobación de replanteo, el cual se unirá al expediente de las obras, entregándose una copia al contratista.

El contratista se responsabilizará de la conservación de las señales de los puntos que hayan sido entregados.

2.3.3. Programación de los trabajos

En el plazo que se determine en días hábiles a partir de la aprobación del acta de comprobación del replanteo, el adjudicatario presentará el programa de trabajos de las obras. Dicho programa de trabajo incluirá los siguientes datos:

- Fijación de las clases de obras y trabajos que integran el proyecto e indicación de las mismas.

- Determinación de los medios necesarios (instalaciones, equipos y materiales).
- Valoración mensual y acumulada de la obra, programada sobre la base de los precios unitarios de adjudicación.

Cuando el programa de trabajos se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado por el adjudicatario y por la dirección técnica de las obras, acompañándose de la correspondiente propuesta de modificación para su tramitación reglamentaria.

2.4. Plazos de ejecución

El contratista empezará las obras al día siguiente de la fecha del acta de comprobación de replanteo, debiendo quedar terminado en la fecha acordada en dicho acta.

2.5. Desarrollo y control de los trabajos

Para el mejor desarrollo y control de los trabajos, el adjudicatario seguirá las normas que se indican en los apartados siguientes:

2.5.1. Equipos de maquinaria

El contratista quedará obligado a situar en las obras los equipos de la maquinaria que se comprometa a aportar en la licitación, y que el director de las obras considere

necesario para el correcto desarrollo de las mismas. Dichos equipos de maquinaria deberán ser aprobados por el director.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedar adscritos a la obra durante el curso de la ejecución de las unidades en las que deban utilizarse. No podrán retirarse sin el consentimiento del director.

2.5.2. Ensayos

El número de ensayos y su frecuencia, tanto sobre materiales como unidades de obras terminadas, será fijado por el ingeniero director, y se efectuará con arreglo a las normas afectadas a cada unidad, o , en su defecto, con arreglo a las instrucciones que dicte el director.

El adjudicatario abonará el costo de los ensayos que se realicen, que no podrán superar el 1% del presupuesto de adjudicación.

El contratista está obligado a realizar su autocontrol de cotas, tolerancias y geométrico en general, así como el de calidad, mediante ensayos materiales, densidades de compactación, etc. Se entiende que no se comunicará a la dirección de obra que una unidad de obra está terminada a juicio del contratista para su comprobación hasta que el mismo contratista, mediante su personal facultativo para el caso, haya hecho sus propias comprobaciones y ensayos y se haya asegurado de cumplir las especificaciones.

Así, el contratista está obligado a disponer de los equipos necesarios para dichas mediciones y ensayos.

2.5.3. Materiales

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el pliego de condiciones, pudiendo ser rechazados en caso contrario por el ingeniero director. Por ello, todos los materiales que se propongan ser utilizados en obra deben ser examinados y ensayados antes de su aceptación en primera instancia mediante el autocontrol del contratista y, eventualmente, con el control de dirección de obra.

Cuando la procedencia de los materiales no esté fijada en el pliego de prescripciones técnicas, los materiales requeridos para la ejecución del contrato serán fijados por el contratista de las fuentes de suministro que este estime oportuno.

El contratista notificará al director, con la suficiente antelación, los materiales que se propone utilizar y su procedencia, aportando, cuando así lo solicite el director, las muestras y los datos necesarios para su posible aceptación, tanto en lo que se refiere a su cantidad como a su calidad.

El no rechazo de un material no implica su aceptación. El no rechazo o la aceptación de una procedencia no impide el posterior rechazo de cualquier partida de material de ella que no cumpla las prescripciones, ni incluso la eventual prohibición de dicha procedencia.

En ningún caso podrá ser acoplados y utilizados en los trabajos materiales cuya procedencia no haya sido aprobada por el director.

2.5.3.1. Manipulación de materiales

Todos los materiales se manipularán con cuidado, y de tal modo que se mantengan su calidad y aptitud para la obra.

2.5.3.2. Inspección en planta

Si el volumen de la obra, la marcha de la construcción y otras consideraciones lo justifican, el ingeniero puede proceder a la inspección del material o de los artículos manufacturados en sus respectivas fuentes.

2.5.3.3. Inspección de los materiales

Con objeto de facilitar la inspección y prueba de los materiales, el contratista notificará al ingeniero con dos semanas como mínima de antelación a la entrega.

2.5.3.4. Materiales defectuosos

Todos los materiales que no se ajusten a los requisitos del pliego de condiciones se considerarán defectuosos y por tanto, se retirarán inmediatamente del lugar de la obra, a menos que el ingeniero ordene lo contrario.

2.5.4. Acopios

Quedará terminantemente prohibido, salvo autorización escrita del director, efectuar acopio de materiales, cualesquiera que sea su naturaleza, sobre la plataforma de obra y en aquellas zonas marginales que defina el director.

Los materiales se almacenarán en forma tal que se asegure la preservación de su calidad para su utilización en la obra, requisito que deberá de ser comprobado en el momento su utilización.

2.5.5. Trabajos nocturnos

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el director, y solamente realizados en aquellas unidades de obra que así lo requieran. El contratista deberá instalar los equipos de iluminación y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos.

2.5.6. Accidentes de trabajo

De conformidad con lo establecido en el artículo 71 del Reglamento de la Ley de Accidentes de Trabajo, el contratista está obligado a contratar, para su personal, el seguro contra riesgo por accidentes de trabajo.

El contratista y la dirección de obra fijarán de antemano las condiciones de seguridad en las que se llevarán a cabo los trabajos objeto del presente proyecto, así como las pruebas, ensayos, inspecciones y verificaciones necesarias, que en cualquier caso deberán ser, como mínimo, las prescritas por los reglamentos actuales vigentes.

No obstante, en aquellos casos en que el contratista o la dirección consideren que se deben tomar disposiciones adicionales de seguridad, podrán tomarse éstas sin reserva alguna.

Por otra parte, el contratista será responsable de suministrar al personal a su cargo los equipos necesarios para que éste trabaje en las condiciones adecuadas de seguridad, tales como cascos, caretas, botas reforzadas, gafas de protección, etc.

Así mismo, serán responsabilidades del contratista los posibles daños causados en las instalaciones, tanto terminadas o aún en construcción, ocasionados por personas ajenas a la obra dentro del horario establecido de trabajo, así como de los accidentes personales que puedan ocurrir.

2.5.7. Descanso en días festivos

En los trabajos concedidos a la contrata se cumplirá puntualmente el descanso en días festivos, del modo que se señale en las disposiciones vigentes.

En casos excepcionales, en los que fuera necesario trabajar en dichos días, se procederá como indican las citadas disposiciones.

2.5.8. Trabajos defectuosos o no autorizados

Los trabajos defectuosos no serán de abono, debiendo ser demolidos por el contratista y reconstruidos en el plazo de acuerdo con las prescripciones del proyecto.

Si alguna obra no se hallase ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuera, sin embargo, admisible a juicio del ingeniero director de obras, podrá ser recibida provisionalmente, y definitivamente en su caso, quedando el adjudicatario obligado a conformarse, sin derecho a reclamación, con la rebaja económica que el ingeniero director estime, salvo en el caso de que el adjudicatario opte por la demolición a su costa y las rehaga con arreglo a las condiciones del contrato.

2.5.9. Señalización de obras

El contratista queda obligado a señalar a su costa las obras objeto del contrato, con arreglo a las instrucciones y uso de aparatos que prescriba el director.

2.5.10. Precauciones especiales

2.5.10.1. Lluvias

Durante las fases de construcción, montaje e instalación de obras y equipos, estos se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje. Las cunetas y demás desagües se mantendrán de modo tal que no produzcan daños.

El equipo que no necesite revisión o inspección previa a su instalación no será desembalado hasta el momento de la misma. Se protegerá el equipo desembalado de la lluvia mediante cubiertas y protectores adecuados.

2.5.10.2. Incendios

El contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios, y a las recomendaciones u órdenes que reciba del director.

En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir.

No obstante lo anterior, el contratista podrá exigir el asesoramiento de un técnico de seguridad competente, elegido por el dirección, en todos los casos en los que lo estime conveniente y, particularmente, en aquellos en los que el riesgo de producción de incendio sea más elevado (soldadura, corte con soplete, etc).

2.5.10.3. Personal técnico

El contratista está obligado a dedicar a los trabajos (tanto de obra civil como de montaje e instalación de líneas y equipos) el personal técnico a que se comprometió en la licitación. A pie de las obras y al frente de las mismas, deberá haber un ingeniero superior.

El personal así designado no será asignado a otras obligaciones mientras duren los trabajos.

Por otra parte, el personal a cargo del contratista deberá estar lo suficientemente cualificado para la realización de los trabajos. Es responsabilidad del contratista, por lo tanto, cualquier retraso derivado de la incompetencia o ignorancia del personal a su cargo.

El director podrá prohibir la presencia en la zona de trabajos de determinado personal del contratista por motivo de falta de obediencia o respeto, o por causa de actos que comprometan o perturben, a su juicio, la seguridad, integridad o marcha de los trabajos.

El contratista podrá recurrir, si entendiéndose que no hay motivo fundado para dicha prohibición.

2.6. Mediciones de obras

La forma de realizar la medición, y las unidades de medida a utilizar, serán definidas en el pliego de prescripciones técnicas para cada unidad de obra.

Todas las mediciones básicas para el abono deberán de ser conformadas por el director y el representante del contratista.

Las unidades que hayan de quedar ocultas o enterradas deberán ser medidas antes de su ocultación. Si la medición no se efectuó a su debido tiempo, serán de cuenta del contratista las operaciones para llevarlas a cabo.

2.7. Certificaciones

El importe de los trabajos efectuados se acreditará mensualmente al contratista por medio de certificaciones expedidas por el director en la forma legalmente establecida.

2.7.1. Precio unitario

Los precios unitarios fijados en el contrato para cada unidad de obra cubrirán todos los gastos efectuados para la ejecución material de la unidad correspondiente, incluidos los trabajos auxiliares, mano de obra, materiales y medio auxiliares de cada unidad de obra, siempre que expresamente no se indique lo contrario en este pliego de condiciones técnicas.

2.7.2. Partidas alzadas

Las partidas alzadas a justificar se abonarán consignando las unidades de obra que comprenden los precios del contrato, o los precios aprobados si se trata de nuevas unidades.

2.7.3. Instalaciones y equipos de maquinaria

Los gastos correspondientes a instalaciones y equipos de maquinaria se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes, y en consecuencia, no serán abonados separadamente.

2.8. Gastos de cuenta del contratista

Serán de cuenta del contratista, siempre que en el contrato no se prevea explícitamente lo contrario, los siguientes pasos:

- Los gastos de construcción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares
- Los gastos de alquiler o adquisición de terreno para depósito de maquinaria y materiales.
- Los gastos de protección de acopios y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de limpieza y evacuación de desperdicios de basuras.
- Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua y la energía eléctrica necesarias para las obras.
- Los gastos de demolición y desmontaje de las instalaciones provisionales.
- Los gastos de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

2.9. Legislación social

El contratista estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la Ley sobre el Contrato del Trabajo y Reglamentaciones de Trabajo Reguladoras de Subsidio y Seguros Sociales vigentes.

2.10. Ingeniero director de obras. Funciones

El ingeniero director de obras será responsable de la inspección y vigilancia de la ejecución del contrato, y asumirá la representación de la administración o de la entidad pertinente frente al contratista.

Las funciones del ingeniero director de obras son las siguientes:

- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas.
- Definir aquellas condiciones técnicas que en el presente pliego de condiciones se dejen a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surgen respecto a la interpretación de los planos, condiciones de los materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarias para la ejecución de las obras y ocupaciones de los bienes afectados por ellas, y resolver los

problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.

- Asumir personalmente bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual, el contratista deberá poner a su disposición el personal y el material de la obra.
- Acreditar al contratista las obras realizadas conforme a lo dispuesto en los documentos del contrato.
- Participar en las recepciones provisionales y definitivas y redactar la liquidación de las obras conforme a las normas legales establecidas.

El contratista estará obligado a prestar su colaboración al ingeniero director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

2.11. Recepciones, garantías y obligaciones del contratista

El adjudicatario deberá obtener a su costa todos los permisos y licencias para la ejecución de las obras. Del mismo modo serán de su cuenta los gastos derivados de los permisos y tasas.

La recepción, garantías y obligaciones del contratista serán las siguientes:

- Recepción provisional
- Plazo de garantía
- Recepción definitiva

2.11.1. Recepción provisional

Una vez terminados los trabajos, se precederá al examen global por parte del director, el cual, si los considera aptos para ser recibidos, extenderá un acta donde así lo haga constar, procediéndose inmediatamente a la puesta en marcha y entrada en normal funcionamiento de las instalaciones.

En ningún caso la recepción provisional tendrá lugar antes de las siguientes operaciones:

- Inspección visual de todos los equipos y líneas, así como de los equipos auxiliares.
- Prueba hidrostática de las áreas que así lo requieran.
- Lavado del equipo tal y como se expone en el apartado “aparatos a presión” del presente pliego de condiciones.
- Comprobación de servicios auxiliares

Teniendo en cuenta lo anterior, la obra no podrá ponerse en funcionamiento por partes desde su inicio, a menos que, a juicio del ingeniero director, no se perjudique la integridad de la instalación y no se interfiera en la normal operación de otras unidades o procesos adyacentes.

Si el ingeniero director apreciase en las obras defectos de calidad u otras imperfecciones que, a su juicio, pudieran resultar perjudiciales o poco convenientes, el contratista deberá reparar o sustituir, a su costa, dichas partes o elementos no satisfactorios.

2.11.2. Plazos de garantía

Será de un año, contando a partir de la fecha de recepción provisional, salvo indicación contraria expresa en el pliego de contratación de la obra. Durante dicho periodo, las posibles obras de reparación, conservación y sustitución serán por cuenta del contratista, siendo este responsable de las faltas que puedan existir.

En caso de existir defectos o imperfecciones, no servirá de disculpa ni le dará derecho alguno al contratista el que el director o subalterno hayan examinado durante la construcción, reconocido sus materiales o hecho su valoración en las relaciones parciales. En consecuencia, si se observan vicios o imperfecciones antes de efectuarse la recepción, se dispondrá que el contratista demuela y reconstruya, o bien repare, de su cuenta, las partes defectuosas.

2.11.3. Recepción definitiva

Transcurrido el plazo de garantía, y previo a los trámites reglamentarios, se procederá a efectuar la recepción definitiva de las obras una vez realizado el oportuno reconocimiento de las mismas y en el supuesto de que todas ellas se encuentren en las condiciones debidas.

En caso de que, al proceder al reconocimiento de las obras, estas no se encontrasen en estado de ser recibidas, se aplazará su recepción hasta que estén en condiciones de serlo.

Al proceder a la recepción definitiva de las obras, se extenderá por cuadruplicado el acta correspondiente.

2.11.4. Prescripciones particulares

En todos aquellos casos en que, a juicio del director de obras, se haga aconsejable para la ejecución de los trabajos previstos la fijación de determinadas condiciones específicas, se procederá a la redacción por este del oportuno pliego de preinscripciones particulares, que ha de ser aceptado por el contratista, quedando obligado a su cumplimiento.

3. Condiciones de los materiales y equipos

El presente apartado del pliego de condiciones tiene por objeto establecer las calidades y características de los equipos y dispositivos objeto de este proyecto, así como de los materiales que los constituyen.

3.1. Referencias y normativas

Se tendrán como de obligado cumplimiento las siguientes normas y standards:

- Código para tuberías a presión:
 - ✓ B 31.1 POWE PIPING. Trata sobre los sistemas de tubería principal y auxiliar en Centrales Térmicas e instalación productoras de vapor y/o energía.
 - ✓ B 31.3 PROCES PIPING. Tuberías para refinerías de petróleo y plantas petroquímicas, incluso terminales de carga y plantas de licuación de gas natural.

- ✓ B 31.4 LIQUID PETROLEUM TRANSPORTATION PIPING SYSTEMS. Cubre las tuberías para transporte de petróleo y gas.
- Código para calderas y recipientes a presión:
 - ✓ ASME Sección VIII (División I y II)
 - ✓ AD-Merkblatt en normalización DIN
 - ✓ Recipientes a presión contruidos en España, deberá cumplir además, los requisitos de la “Directiva de la EU 97/23/CE” y del “RD 769/1999”
- Estándares en el diseño de tuberías:
 - ✓ B 16.1 Bidas y accesorios de acero fundido
 - ✓ B 16.3 Accesorios roscados de acero maleable
 - ✓ B 16.4 Accesorios roscados de acero fundido
 - ✓ B 16.5 Bidas y accesorios bridados de DN 1/2” a 24”
 - ✓ B 16.9 Accesorios para soldar a tope (BW) de acero conformado
 - ✓ B 16.10 Dimensiones entre caras o entre extremos de válvulas de acero
 - ✓ B 16.11 Accesorios roscados y SW de acero forjado
 - ✓ B 16.20 Juntas metálicas para bidas
 - ✓ B 16.21 Juntas no metálicas para bidas

- ✓ B 16.25 Extremos (biseles) para soldar a tope (BW)
- ✓ B 16.34 Válvulas bridadas, roscadas y para soldar (BW)
- ✓ B 16.36 Bidas de orificio
- ✓ B 16.47 Bidas de gran diámetro, DN 26" a 60" de acero
- ✓ B 16.48 Discos reversibles, espaciadores y ciegos
- ✓ B 36.10M Tubería de acero al carbono, con y sin soldadura
- ✓ B 36.19M Tubería de acero inoxidable, con y sin soldadura
- ✓ B 1.1 Espárragos, tornillos y tuercas para bridas
- ✓ API 600 Válvulas de compuerta de acero con extremos para bridar y soldar
- ✓ API 601 Juntas metálicas para bridas
- ✓ API 602 Válvulas de compuerta de acero forjado roscadas y SW
- ✓ API 609 Válvulas de mariposa de acero tipo Wafer y Plug
- ✓ MSS SP 58 Soportes y colgantes para tubería
- ✓ MSS SP 59 Selección y aplicación para soportes de tubería
- ✓ MSS SP 89 Fabricación e instalación de soportes de tubería

4. Seguridad e higiene

El presente aparatado del pliego de condiciones tiene por objeto establecer, de forma muy general, las medidas que se deben seguir, desde el punto de vista de la seguridad y la higiene, una vez que la instalación se haya puesto en funcionamiento.

4.1. Protección y lucha contra incendios

Deberán seguirse las pautas impuestas por la refinería en la que serían instalados los equipos objeto del presente proyecto. Como medidas muy generales para la protección contra incendios cabe destacar las siguientes:

Los equipos de lucha contra incendio, tales como extintores, vapor de ahogo y líneas de agua deberán estar instalados y dispuestos para su inmediato acceso.

Los derrames de hidrocarburos serán lavados hacia el alcantarillado de agua aceitosa inmediatamente.

Los trabajos de soldadura en la zona requieren la toma de medidas extremas de precaución. En algunos casos, se deberá parar la unidad, vaciar los recipientes y vaporizar el equipo correspondiente. De ningún modo podrá un hombre entrar en un recipiente sin antes haber sido este aislado con bridas ciegas, vaporizado, aireado, comprobado su contenido en compuestos aromáticos y expedida la autorización para entrar con seguridad.

5. Pliego de condiciones particulares

En general, se establecerán las bases de los equipos a presión. Dado que la totalidad de las líneas y equipos contemplados en el presente proyecto trabajan a presión superior a la atmosférica, se fijan las condiciones generales de fabricación, prueba, instalación, operación y funcionamiento de los mismos.

5.1. Referencias y normativas

Se tendrán como referencia y de obligado cumplimiento las siguientes disposiciones y normas:

- ❖ Reglamento de Aparatos a Presión del Ministerio de Industria y Energía (R/D 1244/1976 del 4 de abril, B.O.E. nº 128 del 29 de mayo) para todos los aparatos a presión en el ámbito de refinerías de petróleo y plantas petroquímicas.

- ❖ Instrucción Técnica Complementaria (ITC MIE AP6) sobre refinerías de petróleo y plantas petroquímicas (O. 30-8-1982, B.O.E. del 10 de septiembre de 1982), (O. 11-7-1983, B.O.E. del 22 de julio de 1983). Los aparatos incluidos en el campo de aplicación de esta ITC, instalados en refinerías de petróleo cumplirán, además, las especificaciones que se indican en el Real Decreto 3143/1975 del 31 de Octubre, referentes al Reglamento de Seguridad de refinerías de petróleo y parques de almacenamiento de productos petrolíferos.

5.2 Definiciones generales

Con el fin de que la interpretación del presente pliego de condiciones sea clara e inequívoca, se proporcionarán, de acuerdo con el Reglamento de Aparatos a presión del Ministerio de Industria y Energía, las siguientes definiciones:

5.2.1. Aparato sometido a presión

Aparato cuya presión máxima de servicio es superior a la atmosférica. Por lo que se refiere al presente proyecto esta definición se aplica a:

- Stripper de aguas ácidas
- Precalentador de carga
- Reboiler
- Bombas G1 y G2

5.2.2. Tuberías

Líneas de conducción de fluidos a presión o a vacío, no sometidas a fuego directo. Por lo que se refiere al presente proyecto esta definición afecta a:

- Línea de vapor de la columna.
- Línea de impulsión de las bombas de reflujo.
- Línea de fondos de la columna.
- Línea de impulsión de las bombas de fondo.
- Línea de vapor de salida de la columna.

- Línea de alimentación a las bombas de carga.
- Línea de impulsión de las bombas de carga.
- Línea de alimentación al reboiler.
- Línea de retorno de vapor desde el reboiler.

5.2.3. Definición del sistema

Conjunto de aparatos a presión, normalmente conectados en secuencia de proceso y susceptibles de ser probados a presión conjuntamente.

5.2.4. Diseño mecánico

Consiste en la definición completa e inequívoca de un aparato a presión en función de los datos básicos de proceso, código de diseño, característica de los materiales utilizados, proceso de fabricación y control de calidad.

5.2.5. Ingeniería

Persona jurídica o técnico titulado competente que, mediante el conocimiento y aplicación correcta de los códigos de diseño de aparatos a presión, y a partir de los datos básicos necesarios, realiza el diseño mecánico de dichos aparatos. Estas ingenierías deberán estar inscritas en el Registro de Sociedades de Ingeniería o en el colegio oficial correspondiente, y cumplir los requisitos exigidos por la legislación vigente. Las ingenierías extranjeras que no dispongan de delegación en España debidamente legalizada deberán tener autorizado por la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnológica el correspondiente contrato de asistencia técnica, suscrito con el fabricante o con alguna ingeniería.

5.2.6. Fabricante

Persona física o jurídica que, a partir de un diseño mecánico y mediante el conocimiento y aplicación correcta de los códigos de construcción de aparatos a presión y disponiendo de personal cualificado y medios apropiados, realiza el acopio de materiales, la fabricación y ensamblaje total o parcial de los componentes de los aparatos a presión, debiendo estar inscritos, los ubicados en territorio español, en el libro de Registro de Fabricantes de la respectiva Delegación provincial del Ministerio de Industria y Energía de la provincia donde se fabrica el aparato.

5.2.7. Reparador

Persona física o jurídica que, mediante el conocimiento e interpretación de los códigos, normas de construcción y de reparación de aparatos a presión, dispone de personal cualificado y medios apropiados para reparar los aparatos a presión, debiendo estar inscritos, los ubicados en territorio español, en el libro de Registro de Reparadores de la respectiva Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía de la provincia donde se encuentren sus talleres de reparación.

5.2.8. Instalador

Persona física o jurídica que, mediante el conocimiento e interpretación de las normas de instalación de aparatos a presión y disponiendo de personal cualificado y medios apropiados, instala los aparatos a presión, debiendo estar inscritos, los ubicados en territorio español, en el Libro de Registro de Instaladores de la respectiva Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía de la provincia donde se encuentre el domicilio social o sus talleres.

5.2.9. Usuario

Persona física o jurídica propietaria o explotadora de la refinería de petróleo o planta petroquímica donde se instalan los aparatos a presión.

5.2.10. Inspector propio

Personal técnico competente designado por el usuario o contratado, con experiencia en la inspección de aparatos a presión de refinerías y plantas petroquímicas.

5.2.11. Inspecciones y pruebas previas

Toda inspección anterior a la puesta en servicio o durante la misma de un aparato o sistema.

5.2.12. Inspecciones y pruebas periódicas

Toda inspección y prueba posterior a la puesta en servicio de un aparato o sistema.

5.2.13. Control de calidad

Se entiende como tal el de la ingeniería, fabricante o instalador, cuando una inspección o prueba previa se realiza bajo su competencia y responsabilidad.

5.3. Definiciones de ámbito técnico

5.3.1. Presión de diseño

Se entiende como el valor de la presión que se toma para el cálculo del espesor del aparato, a la temperatura de diseño. La presión de diseño no podrá ser menor que la presión máxima (interior o exterior) esperada en las condiciones más severas de operación.

La presión de diseño de las tuberías, debe estar de acuerdo con la de los recipientes y demás equipos unidos a ellas.

5.3.2. Presión máxima de operación

Se entiende como la presión más alta que se puede dar en el aparato o sistema, en condiciones extremas de funcionamiento del proceso.

5.3.3. Presión de operación

Se entiende como la presión normal de trabajo del aparato o sistema a la temperatura de operación.

5.3.4. Presión de prueba

Se entiende como aquella presión a la que se somete el aparato o sistema para comprobar su resistencia a las condiciones estáticas para las que fue diseñado.

Corresponde a la mayor presión efectiva que se ejerce en el punto más alto del aparato o sistema durante la prueba de presión.

Debe cumplir el código ASME B31.3., la presión de la prueba hidráulica nunca será inferior a 1,5 veces la presión de diseño.

Cuando la temperatura de diseño del circuito, es mayor que la temperatura del fluido de prueba, para calcular la mínima presión de prueba será preciso aplicar:

$$P_{ph} = 1,5 * P_d (S_{tp} / S_{td})$$

Siendo:

S_{tp} =Esfuerzo permisible del material a la Temperatura de prueba (Kg/cm²)

S_{td} =Esfuerzo permisible del material a la Temperatura de diseño (Kg/cm²)

La presión de prueba, no deberá superar el 90% del límite elástico mínimo del material.

Para determinar este valor, se tendrá en cuenta el sobreespesor de corrosión.

5.3.5. Temperatura de diseño

Los sistemas de tuberías a presión, se diseñarán a una temperatura máxima igual a la mayor temperatura esperada, tanto en condiciones normales como anormales, incrementada como mínimo en 15°C. En recipientes, la temperatura mínima de diseño, será de 80°C. En equipos con conexiones para vaporizado, la temperatura de diseño no será inferior a la temperatura del vapor con que se realiza la vaporización.

5.3.6. Temperatura máxima de operación

Es el máximo valor de la temperatura que se estima puede producirse en el interior del aparato o sistema, en condiciones extremas de funcionamiento.

5.3.7. Temperatura de operación

Es el valor de la temperatura alcanzada en el interior del aparato o sistema en condiciones normales de funcionamiento a la presión de servicio.

5.4. Condiciones generales para todos los aparatos

Todas las prescripciones expresadas a continuación se aplicarán a los equipos de nueva instalación relacionados en el subapartado “aparato sometido a presión” del presente apartado del pliego de condiciones, y, entre ellas, las correspondientes a inspecciones y pruebas, al resto de los equipos disponibles.

5.4.1. Manual de diseño

De acuerdo con lo estipulado en el reglamento de Aparatos a Presión del Ministerio de Industria y Energía, se entregará una copia al usuario del manual de diseño del aparato considerado, que comprenderá:

- Identificación de la ingeniería
- Datos básicos del proceso necesarios para el diseño.

- Código de diseño o sistema de cálculo, ambos de reconocida solvencia técnica, y normas de construcción elegidas, cálculos justificativos, vida mínima estimada del equipo, y demás especificaciones técnicas complementarias no contempladas por el código elegido y que la buena práctica requiera.
- Planos básicos normalizados según UNE, con indicación de los materiales a emplear y de los elementos que, por formar parte integrante del equipo a presión, puedan afectar a la seguridad del mismo.
- Especificación de prueba a presión.

La ingeniería que elabore el manual de diseño certificará que dicho manual cumple con el código de diseño elegido y que el aparato que se fabrique de acuerdo con él será adecuado para el fin que se destina.

5.4.2. Certificados

Los materiales utilizados en la construcción de los elementos resistentes de los aparatos a presión deberán poseer los certificados de calidad correspondientes. Los materiales de aportación que se utilicen en las soldaduras de los componentes de los aparatos a presión estarán calificados bajo norma de reconocida solvencia técnica.

5.4.3. Proceso de fabricación

Para el proceso de fabricación deberán utilizarse unas normas de construcción, control y pruebas acordes con el código de diseño.

5.4.4. Legalización de aparatos a presión

- Número de inscripción en el libro de Registro de Fabricantes de la respectiva Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía de la provincia donde se fabrique el aparato.
- Nombre, razón social y domicilio de la ingeniería
- Planos constructivos complementarios de los básicos que figuren en manual de diseño, comprobados por la ingeniería si fuese requerido contractualmente para ello por el fabricante o el usuario.
- Certificados de calidad de los materiales de base y materiales de aportación y de los componentes del aparato empleado en su construcción, aprobados por el control de calidad del fabricante, que puede ser propio o contratado a una ingeniería o entidad colaboradora.
- Procedimientos de conformado, soldadura, tratamientos térmicos y controles, calificación de procedimientos de soldaduras y soldadores, todo lo aprobado por el control de calidad del fabricante, que puede ser propio o contratado a una ingeniería o entidad colaboradora.
- Procedimiento de conformado, soldadura, tratamientos térmicos y controles, calificación de procedimientos de soldaduras y soldadores,

todo ello aprobado por el control de calidad del fabricante, que puede ser propio o contratado a una ingeniería o entidad colaboradora.

- Plano de situación de las zonas sometidas a control por ensayos no destructivos, ensayos requeridos, extensión de los mismos y resultados. Las placas radiográficas serán conservadas adecuadamente por el fabricante durante 5 años como mínimo, a partir de la fecha de fabricación del aparato.
- Certificado de ensayos y pruebas realizados durante la construcción, aprobados por el control de calidad del fabricante o una entidad colaboradora, indistintamente, y comprobados por la ingeniería si fuera requerida contractualmente para ello por el usuario.
- Acta de la prueba a presión realizada por el fabricante y aprobada por el control de calidad del fabricante.
- Certificado del fabricante del aparato, en el que se hará constar que éste ha sido construido de acuerdo con el manual de diseño, el código y normas utilizadas en su fabricación.

El fabricante de un aparato a presión es responsable de que dicho aparato ofrezca las garantías debidas para el fin a que se destina.

5.4.5. Instalación

Por cada instalación, el instalador deberá elaborar y expediente de instalación acorde con los manuales de diseño y construcción, del cual entregará copia al usuario.

Este expediente comprenderá:

5.4.6. Inspecciones y pruebas

5.4.6.1. Inspecciones y pruebas oficiales

Todos los aparatos a presión especificados en el subapartado “aparato sometido a presión” deberán ser sometidos a las inspecciones y pruebas previas a la puesta en servicio ya citadas.

5.4.6.2. Inspecciones y pruebas en el taller del fabricante

Se comprobará por el control de calidad del fabricante que cada equipo ha sido construido de acuerdo con los manuales de diseño y construcción, y quedará constancia de que se han cumplido con cada uno de los requisitos previstos en los citados manuales, en cuyo caso se someterán a las siguientes inspecciones y pruebas:

- Examen visual y control dimensional del aparato. Al objeto de poder examinar debidamente el aparato, la placa se hallará desprovista de pintura o de cualquier recubrimiento que pueda disminuir los posibles defectos.
- Prueba de presión con el aparato totalmente lleno de fluido de prueba. Si existiesen razones por las que dicha prueba no sea factible de realizar en el taller del fabricante, se realizará en el lugar de emplazamiento.

5.4.6.3. Inspecciones y pruebas insitu

Cada equipo se someterá a las siguientes inspecciones y pruebas en el lugar de emplazamiento:

- Examen visual y control dimensional del aparato, si no se ha realizado anteriormente en el taller del fabricante.
- Prueba de presión de valor igual a la primera en el caso de que evidentemente el aparato haya sufrido alguna anomalía durante el transporte o la manipulación, que la inspección detecte algún fallo real o aparente que así lo aconseje, que el ingeniero director tenga dudas sobre la capacidad de un equipo para resistir las condiciones de servicio previstas, que confluayan circunstancias inesperadas que las hagan recomendables, o siempre que la prueba no se haya efectuado en el taller del fabricante.

En caso de tener que realizarse la prueba de presión en el lugar de emplazamiento se seguirán las siguientes condiciones:

- Observación del procedimiento de prueba descrito por el fabricante en el manual de construcción. Este deberá ser lo suficientemente detallado, incluyendo las condiciones de prueba, los equipos necesarios para su ejecución, los aparatos de medidas de control (debidamente contrastados y con la sensibilidad adecuada, procurándose que la lectura se sitúe en el tercio central de la escala del aparato), sistema de llenado y vaciado y tiempo de mantenimiento de la presión de prueba, que en ningún caso será inferior a 30 minutos.

- Observación de las condiciones de seguridad durante las pruebas de presión, comprobándose que el equipo para pruebas es correcto y que las conexiones son las adecuadas a las presiones máximas que se van a alcanzar, así como la disposición de las medidas de seguridad suficientes para evitar no sobrepasar la presión de prueba, ni en ningún momento estar por debajo de la temperatura señalada en el manual de diseño, ni dañar los elementos internos del aparato.

Se comprobará antes de la prueba que las estructuras y fundaciones que sustenten el aparato o sistema a probar estén en condiciones de resistir la carga a que van a ser sometidas.

Se cuidará que el personal se mantenga alejado durante el desarrollo de las pruebas de los fondos, tapas y piezas roscadas, y se evitará la presencia de personas ajenas a la prueba.

Los manómetros se instalarán fuera de la proyección vertical y se preferirá situarlos lateralmente o en posición superior.

Durante el llenado con fluido de prueba se cuidará de ventear bien el circuito para evitar que queden cámaras de aire o vapor.

5.4.7. Placas

Todos los aparatos a presión comprendidos en el presente proyecto con excepción de las tuberías, deberán ir provistos de placas de diseño e identificación,

conforme a lo estipulado en el artículo 19 del Reglamento de Aparatos a Presión del Ministerio de Industria y Energía. En dichas placas se grabará:

- Placa de diseño: presión de diseño, y en su caso, la presión máxima de servicio, número de registro del aparato y fecha de la primera prueba y sucesivas.
- Placa de identificación: nombre o razón social del fabricante, contraseña y fecha de registro del tipo, número de fabricación y características principales.

Las placas de diseño e identificación se fijarán mediante remaches, soldadura o cualquier otro medio que asegure su inamovilidad, en un sitio visible del aparato y en ningún caso podrán retirarse del mismo.

5.4.8. Elementos de seguridad

Todos los aparatos y sistemas comprendidos en el presente proyecto deben ir provistos de los elementos de seguridad que prescriban los códigos de diseño empleado y los adicionales especificados en el manual de diseño.

Todas las válvulas de seguridad deber ser de apertura total y sistema de resorte, debiéndose cumplir la condición de que la apertura total de la válvula deberá ser ayudada por la presión del fluido evacuado, de tal manera que la apertura asegure una sección de paso a través de la válvula igual al 80 % de la sección neta de paso en el asiento después de la deducción de la sección transversal de los obstáculos en el orificio, debido a las guías y a la forma del cuerpo de la válvula en la posición de apertura máxima.

No se permitirá el uso de válvulas de seguridad de peso ni de palanca de contrapeso.

La descarga de las válvulas de seguridad deberá realizarse de tal forma que impida eficazmente que el fluido evacuado pueda producir daños a personas o equipos.

Durante las inspecciones interiores periódicas de los aparatos o sistemas a presión la válvula o válvulas de seguridad que protejan dichos aparatos o sistemas se desmontarán y ajustarán para, a continuación probarlas y precintarlas.

5.5. Pruebas para las tuberías

Para todas las tuberías contempladas en este proyecto se realizarán las siguientes pruebas y comprobaciones en el lugar de emplazamiento:

- Examen visual, control de espesores e identificación de los materiales.
- Primera prueba de presión, en el caso de no haber sido probadas en el taller.

5.6. Prueba de los sistemas antes de la puesta en marcha

5.6.1. Prueba hidrostática

No estará permitido pruebas neumáticas de tuberías, recipientes o equipos, salvo lo autorice por escrito la Propiedad o su Representante, como una alternativa a la prueba hidrostática.

Esta prueba, reviste un mayor riesgo que la prueba hidráulica, puesto que implica un peligro de liberación de energía almacenada en un gas comprimido. Previamente, será necesario realizar una inspección del circuito o recipiente incluido en la prueba y confeccionar un planning detallado con las etapas de aplicación, incluyendo tiempo de mantenimiento de las presiones durante cada etapa, así como la definición del plan de seguridad a aplicar para tal evento.

Los códigos ASME B31.1 y B31.3, permiten la realización de este tipo de prueba, sólo cuando sea posible realizarlo por el sistema hidráulico:

- Cuando los sistemas de tuberías están diseñados de modo que no pueden ser llenados con agua
- Cuando los sistemas de tuberías probados, deban ser usados posteriormente, en servicios donde las trazas del medio de prueba sea inaceptable.

B-31.3.345.1 Prueba requerida de fugas. Una prueba neumática no debe ser inferior a 1,1 veces la presión de diseño y no debe exceder el valor menor de:

- 1,33 veces la presión de diseño
- La presión que produciría un esfuerzo nominal de presión por encima del 90% del límite elástico de cualquiera de los componentes a la temperatura de prueba.

B.31.1.137.5.5 Prueba de presión neumática. La presión de prueba neumática no deberá ser inferior a 1,2 ni mayor de 1,5 veces la presión de diseño del sistema de tuberías.

La prueba de presión hidráulica, puede entrañar algún riesgo; pero no es comparable al que asume en una prueba de presión neumática, cuando esta se realiza a presiones iguales o superiores a los 7Kg/cm².

5.6.2. Lavado del equipo

Esta operación tiene por objeto eliminar cuerpos extraños que, durante el montaje, hayan podido quedar en las líneas o en los equipos, tales como virutas de metal o de madera. Estos restos pueden provocar durante la operación atascos en las líneas, bloqueos en válvulas o destrozar partes móviles de las bombas.

El lavado se llevará a cabo mediante circulación de agua a la que previamente se habrá añadido la cantidad adecuada de inhibidor de corrosión.

Las bombas habrán sido alineadas, comprobadas y rodadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se instalarán en ellas filtros de aspiración, que deberán limpiarse tan a menudo como sea necesario. Mientras dure el rodaje de las máquinas se vigilarán estrechamente todos los aspectos relacionados con sobrecalentamientos, vibraciones, posibles fugas y consumo eléctrico en los motores.

Durante el lavado en los puntos bajos, líneas desconectadas, etc, se debe purgar para eliminar materiales sólidos. Los cambiadores de calor serán incluidos en el

circuito al final de la operación, así como las conexiones a los instrumentos, teniendo sus purgas abiertas.

Cuando se observe que los filtros instalados en las bombas han dejado de ensuciarse y el agua que se purga aparece limpia, puede darse por concluida la operación de lavado. Se parará entonces la circulación y se drenará completamente el agua del sistema.

Por último, se instalarán las válvulas automáticas y las placas de orificio, verificándose su posición.

5.6.3. Comprobación de servicios auxiliares

5.6.3.1. Equipo eléctrico

Se comprobará la tensión de los equipos. Los motores eléctricos deberán ser rodados de acuerdo con las instrucciones del fabricante, desconectados del equipo impulsor.

5.6.3.2. Aire de instrumentos

Los colectores deben de ser soplados para la eliminación de la posible suciedad. Toda red debe de ser comprobada bajo presión.

5.6.3.3. Red contra incendios

Se comprobará la llegada de agua a los hidrantes, así como el libre y rápido acceso a los mismos.

5.6.3.4. Sistema de drenaje

Se comprobará que todos los drenajes y arquetas desalojan adecuadamente.

5.6.3.5. Seguridad

Se comprobará que todas las válvulas de seguridad estén instaladas sin discos ciegos ni cerrojos.

6. Medición y abono de las obras**6.1. Mediciones y valoraciones**

Las mediciones de las obras concluidas se harán por el tipo de unidad fijada en el presupuesto. La valoración deberá obtenerse igualmente, aplicando a las unidades de obra el precio que tuviesen asignado en el presupuesto.

La valoración de las partidas no expresadas se verificará aplicando a cada una de ellas la medida más apropiada, en la forma y condiciones que estime el director de obra, multiplicando el resultado final de la medición por el precio correspondiente.

6.2. Condiciones económicas

Las condiciones especiales que regirán esta obra para la liquidación y abono de la misma serán establecidas por la entidad contratante.

6.3. Condiciones de índole legal

Regirán las condiciones contenidas en el anuncio de subasta y contrata de ejecución, las cuales se ajustarán a las establecidas por las Leyes Generales del Estado.

7. Ejecución de las obras

7.1. Ejecución en general

El contratista tiene obligación de ejecutar esmeradamente las obras, cumplir estrictamente todas las condiciones estipuladas y cuantas órdenes le sean dadas por el director de obra, entendiéndose que deben entregarse completamente terminadas cuantas obras afecten a este compromiso.

Si a juicio del citado director, hubiese alguna parte de la obra mal ejecutada, tendrá el contratista la obligación de volverla a ejecutar cuantas veces sean necesarias, hasta quedar a satisfacción de aquel, no siendo motivos estos aumentos de trabajo para pedir indemnización alguna.

7.2. Replanteo

Antes de comenzar los trabajos se realizará el replanteo general del trazado de cables y tuberías por el contratista o su representante bajo las órdenes del director de obra, marcando las alineaciones con los puntos necesarios para que, con el auxilio de los planos, pueda el contratista ejecutar debidamente las obras.

Será obligación del contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo. Para la realización del replanteo el contratista deberá aportar todo el material y personal necesario para la ejecución de esta operación.

7.3. Orden de los trabajos

El técnico director encargado de las obras fijará el orden en que deben llevarse a cabo estos trabajos y la contrata está obligada a cumplir exactamente cuánto se disponga sobre el particular.

7.4. Marcha de las obras

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y terminarse en el plazo estipulado. Los retrasos, cuando sean justificados, podrán ser aceptados por la dirección de la obra.

7.5. Obra civil

Se realizará con arreglo a las especificaciones de los restantes documentos del proyecto y a las órdenes que expresamente deberá solicitar el contratista al director de la obra.

7.6. Instalaciones varias

En todas las instalaciones, y como norma general, se seguirá exactamente todo lo indicado en la memoria y demás documentos del proyecto. En caso de duda, será competencia del director del proyecto decidir la solución a adoptar. Las instalaciones serán efectuadas conforme a los reglamentos vigentes que les afectan.

7.7. Responsabilidad de la contrata

La contrata será la única responsable de la ejecución de las obras, no teniendo derecho a indemnizaciones de ninguna clase por errores que pudiera cometer, y que serán de su cuenta y riesgo.

Aún después de la revisión provisional, la contrata está obligada a rectificar todas las deficiencias que sean advertidas por la dirección de obra. La demolición o reparación precisa será exclusivamente por cuenta de la contrata.

Así mismo, la contrata se responsabilizará ante los tribunales de los accidentes que puedan ocurrir durante la ejecución de las obras. Igualmente, estará obligada al

cumplimiento de todos los preceptores legales establecidos o que se establezcan por disposiciones oficiales.

7.8. Dirección de los trabajos

El técnico encargado de las obras constituye la dirección técnica y, como tal, ejecutará todos los trabajos del desarrollo del proyecto, así como la dirección e inspección de los trabajos. Por lo tanto, la dirección técnica asumirá toda la responsabilidad en lo concerniente a planos e instrucciones técnicas.

7.9. Legalización

Para la recepción de las obras la contrata está obligada a la legalización de las obras e instalaciones ante los organismos oficiales competentes. Los gastos que estos ocasionen correrán por cuenta de la contrata.

DOCUMENTO N°4

PRESUPUESTO

ÍNDICE

1. Alcance del presupuesto
2. Método de cálculo del presupuesto
3. Equipos principales
4. Costes de los equipos principales
 - 4.1 Coste del stripper C-2
 - 4.1.1. Coste de la columna
 - 4.1.2. Coste de los platos
 - 4.2 Recipiente C-1
 - 4.3 Coste de los intercambiadores de calor
 - 4.3.1. Coste del precalentador de carga
 - 4.3.2. Coste del reboiler
 - 4.4 Coste de las bombas
5. Cálculo del coste de adquisición del equipo
6. Coste del capital fijo
7. Cuadro de precios final
 - 7.1 Precio de ejecución por contrata
 - 7.2 Impuesto sobre el valor añadido
 - 7.3 Presupuesto total

1. Alcance del presupuesto

Una vez realizado el alcance técnico de la ingeniería básica se presenta el cálculo del presupuesto del proyecto. Se pretende disponer de una aproximación al coste real de la instalación una vez construida e instalada.

El presupuesto se agrupa en una serie de partidas que constituyen el coste real. Dichas partidas se han agrupado por equipos para un mejor seguimiento de los mismos. Para obtener la cantidad que debe ir en cada partida se parte del coste base de los equipos principales de la instalación. Este coste se calcula en base a gráficas del “Anexo 2 Presupuesto”.

2. Método de cálculo del presupuesto

El método utilizado para el cálculo del presupuesto esta particularizado en instalaciones de refinerías de petróleo. El presupuesto del proyecto se obtendrá del siguiente modo:

- ✓ En primer lugar se calculará el coste de adquisición o construcción de los equipos de la planta y se estimará el total (PCE).
- ✓ En segundo lugar se calculará el coste de capital fijo asociado a plantas de procesos de fluidos. Este capital estará dividido en una serie de partidas, cada una de las cuales influirá en distinta medida al coste de la instalación. En el método seleccionado, estos porcentajes, se aplican al coste total de adquisición de los equipos de la planta y no a cada uno de los equipos por separado para luego sumarlo y dar con el total. Al final, tendremos el coste de la planta (PPC).

Las partidas en las que se divide el costo asociados a la planta son:

- Montaje mecánico de los equipos: Incluye el montaje de los equipos, fabricados en el taller, en su emplazamiento así como de todo el material de tuberías y accesorios por contratas.
- Tubería o piping: Incluye todo el material de tuberías, válvulas y accesorios para el montaje de la unidad.
- Instrumentación: Incluye material y montaje de todos los instrumentos de medida y control de la planta, incluyendo la parte proporcional del panel central de control.
- Electricidad: Todo el material eléctrico para mandos de motores, celdas, cables, etc. con la mano de obra de su montaje. No incluye motores ni los edificios si los hubiera.
- Obra civil: Incluye hormigón, acero, encofrados, y mano de obra necesaria para cimentaciones y estructuras, tanto de hormigón como de acero, realizado por subcontrato de la obra, necesarias para el equipo. No incluye almacenes ni edificios complementarios.
- Utilities: Incluye el calorifugado y la pintura, tanto material como mano de obra por contratas.
- Almacenamiento: en el caso de que sea necesario.

Otros valores a considerar para el cálculo del capital fijo son:

- Diseño e ingeniería
- Contingencias

3. Equipos principales

Los equipos principales del proceso, en los que se basa el cálculo del importe total del que se calculará en función de las partidas que constituyen el presupuesto, el coste de capital fijo:

- ❖ Stripper C-2
- ❖ Platos de la columna
- ❖ Reboiler
- ❖ Intercambiador de calor
- ❖ Recipiente C-1
- ❖ Bombas G1A/B y G2A/B

4. Costes de los equipos principales

4.1. Coste del stripper C-2

Para estudiar el coste de la columna de stripping, el cálculo se ha dividido en dos partes. En primer lugar el coste de la columna o torre, y en segundo lugar, el costo de los platos de los mismos.

4.1.1. Coste de la columna

Las características de la torre de stripping son las siguientes:

- ❖ Material: Acero al carbono
- ❖ Presión de diseño: 3,90 kg/cm²
- ❖ Espesor: 10 mm
- ❖ Diámetro: 2224 mm
- ❖ Altura: 22100 mm

Se emplea la gráfica del Anexo P.2 perteneciente a recipientes verticales a presión para obtener el precio base aproximado. La gráfica predice el precio del recipiente vertical incluido el casco y el fondo de la columna. Se empleará como parámetro de elección, la altura de la torre y el diámetro.

Al coste base hay que aplicarle una serie de factores de corrección para obtener el coste final de la estructura. Estos factores pertenecen al material empleado y a la presión de trabajo. Se pueden encontrar en las tablas junto a las gráficas incluidas en el Anexo del presupuesto.

En material se aplica el factor 1.0 perteneciente a acero al carbono y en la presión también 1.0 ya que se trabaja a presiones comprendidas entre 1 – 5 bares. El resultado final se aplica del siguiente modo:

Coste final del recipiente = Coste base x Factor Material x Factor Presión.

El coste base a partir de la gráfica utilizando un diámetro de 2 m, es de 40.000 £.

La ecuación no variará mucho el precio final:

Coste final del recipiente = $40.000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 40.000 \text{ £} = 48.000\text{€}$

Para hacer más exacto el cálculo, se añadirá el precio de las bocas de hombre al coste del recipiente. Según el diámetro (24”), el coste será el de la tabla del Anexo P.4:

Coste de las bocas de hombre = Número bocas de hombre x Precio unidad

Coste de las bocas de hombre = $2 \cdot 800 = 1.600 \text{ £}$ El coste del recipiente del stripper ascenderá a $41.600 \text{ £} = 49.920\text{€}$

4.1.2. Coste de los platos

Para los platos siguientes se sigue un método similar utilizando la gráfica correspondiente del Anexo P.3. Las características de los platos de la columna son las siguientes:

- ❖ Número: 22 platos
- ❖ Material: Acero Inoxidable
- ❖ Diámetro: 2 m
- ❖ Tipo: Válvula

Para obtener el coste base se debe elegir el diámetro de plato, que se ha calculado como 2 m. y el tipo de plato según la regla siguiente:

- ❖ Perforado
- ❖ Válvula
- ❖ Campana de borboteo

También se aplicará en este caso, un factor de corrección respecto al material incluido también en el Anexo 2.

En este caso se emplea el coeficiente 1,7 perteneciente al acero inoxidable. De la gráfica tal se obtiene un coste base de $1.100\text{£} / \text{plato}$.Para el cálculo final se sigue la ecuación:

Coste final de los platos = Número platos · coste de un plato · Factor de material

$$\text{Coste final de los platos} = 22 \cdot 1.100 \cdot 1,7 = 41.140 \text{ £} = 49.368 \text{ €}$$

El conjunto de recipiente y platos dará el coste final del stripper = 82.740£ = 99.288€.

4.2. Recipiente C-1

Las características del recipiente C-1 son las siguientes:

- ❖ Material: Acero al carbono
- ❖ Presión de diseño: 5,60 kg/cm²
- ❖ Espesor: 14 mm
- ❖ Diámetro: 3000 mm
- ❖ Altura: 8070 mm

En material se aplica el factor 1.0 perteneciente a acero al carbono y en la presión también 1.1 ya que se trabaja a presiones comprendidas entre 5 – 10 bares. El resultado final se aplica del siguiente modo:

$$\text{Coste final del recipiente} = \text{Coste base} \times \text{Factor Material} \times \text{Factor Presión}.$$

El coste base a partir de la gráfica utilizando un diámetro de 3 m, es de 70.000 £.

La ecuación no variará mucho el precio final:

$$\text{Coste final del recipiente} = 70.000 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 77.000 \text{ £} = 92.400 \text{ €}$$

4.3. Coste de los intercambiadores de calor

A continuación se realizará el cálculo del coste del precalentador de carga y del reboiler de la unidad. El procedimiento es prácticamente igual que en el caso anterior. Se empleará la gráfica del Anexo P.5.

4.3.1. Coste del precalentador de carga

El precalentador de carga es un intercambiador de carcasa y tubo con una superficie de intercambio de calor de 141 m². El resto de características del precalentador se pueden consultar tanto en la memoria de cálculo como en la memoria descriptiva.

Para el cálculo del coste, se emplea el área de transferencia de materia y el material del que estén compuestos tanto carcasa como tubos, que en este equipo se trata de acero al carbono en ambos casos.

Siguiendo estos datos y la gráfica del Anexo P.5, se obtiene: Coste base del precalentador = 25.000 £

De nuevo se aplican los coeficientes de corrección del anexo, pertenecientes a la presión y otros tipos. La presión del precalentador no supera en ningún caso los 10 bares y hay que tener en cuenta que es de tipo cabeza flotante:

Coste total del precalentador = Coste base · Factor de Presión · Factor de tipo

Coste total del precalentador = 25.000 · 1,0 · 1,1 = 27.500 £ = 33.000 €

4.3.2. Coste del reboiler

El coste base del reboiler asciende a 14000 £.

El factor de presión también se mantiene en 1.0 ya que la presión del reboiler no sobrepasa los 5 bares, y respecto al tipo de intercambiador, se aplica un factor de 0,85 perteneciente a tubos en U.

Coste final del reboiler = Coste base x Factor de Presión x Factor de tipo

$$\text{Coste final del reboiler} = 14000 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 11.900 \text{ £} = 14.280\text{€}$$

4.4. Coste de las bombas

Para el cálculo de las bombas se procede aplicando la gráfica del Anexo 2 (P.6 y P.7) para la obtención de los factores.

Cada línea bombeada lo hace por un conjunto de dos bombas (A y B). Por tanto al precio hay que multiplicarlo por dos.

$$\text{Precio final bombas} = 2 \cdot 4.710 + 2 \cdot 4.990 \text{ £} = 19.400 = 23.280\text{€}$$

5. Cálculo del coste de adquisición del equipo

El siguiente paso es el cálculo del presupuesto de la planta es conocer cuál es el coste de adquisición del equipo sobre el cual se aplicarán factores correspondientes a las partidas. Para ello, se suman las cantidades de cada equipo:

PCE	
EQUIPO	PRECIO (€)
Stripper C-2	99.288
Precalentador	92.400
Reboiler	33.000
Recipiente C-1	14.280
Bombas	23.280
Total	262.240

El coste final PCE asciende a 262.240€.

6. Coste del capital fijo

En primer lugar se calcula el coste físico de la planta (PPC), el cual es necesario para el cálculo del capital fijo. Para ello, al coste final PCE, se le aplica según distintas partidas, unos coeficientes de corrección.

Los valores que se aplican a cada partida se obtienen del Anexo P.1 y son los siguientes:

Montaje del equipo	=	0,40
Tuberías	=	0,70
Instrumentación	=	0,20
Electricidad	=	0,10
Obra civil	=	0,15
Calorifugado	=	0,3

El resto de factores no son aplicables al presente proyecto.

$$PPC = PCE \cdot (1 + 0,4 + 0,7 + 0,2 + 0,1 + 0,15 + 0,3)$$

$$PPC = 262.240 \cdot 2,85 = 747.384\text{€}.$$

El coste físico de la planta (PPC) es 747.384 €.

Para el cálculo del capital fijo empleando el PPC calculado anteriormente, se le aplican los coeficientes correspondientes a:

$$\text{Diseño e ingeniería} = 0,30$$

$$\text{Contingencias} = 0,10$$

El resultado de la ecuación es el siguiente:

$$\text{Capital fijo} = PPC \cdot (1 + 0,3 + 0,1)$$

$$\text{Capital fijo} = 747.384 \cdot 1,4$$

El capital fijo resulta 1.046.337,6 €.

7. Cuadro de precios final

Hay que incluir todavía dos precios más como son el cálculo del precio de ejecución por contrata y el impuesto sobre el valor añadido.

7.1 Precio de ejecución por contrata

El precio de ejecución por contrata tiene en cuenta el beneficio industrial de la contrata que realiza la obra, y su valor se determina incrementando en un 15% el precio del capital fijo:

$$\text{Precio ejecución por contrata} = 1,15 \cdot 1.046.337,6 = 1.203.288,24 \text{ €}$$

7.2 Impuesto sobre el valor añadido

El valor del impuesto sobre el valor añadido (IVA) se determina como el 21% del precio de ejecución por contrata:

$$\text{IVA} = 0,21 \cdot 1.203.288,24 = 252.690,53 \text{ €}$$

7.3 Presupuesto total

El valor al que asciende el costo total de la panta se obtiene como resultado de sumar las cantidades correspondientes al precio de ejecución por contrata y el IVA:

$$\text{Costo total} = 1.203.288,24 + 252.690,53 = 1.455.978,77 \text{ €}$$

$$\textbf{Coste total = 1.455.978,77 €}$$

El coste total de la instalación asciende a **“UN MILLÓN CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS”**.

Algeciras, 16 de Enero de 2015

Fdo.: Francisco Mendoza Navas

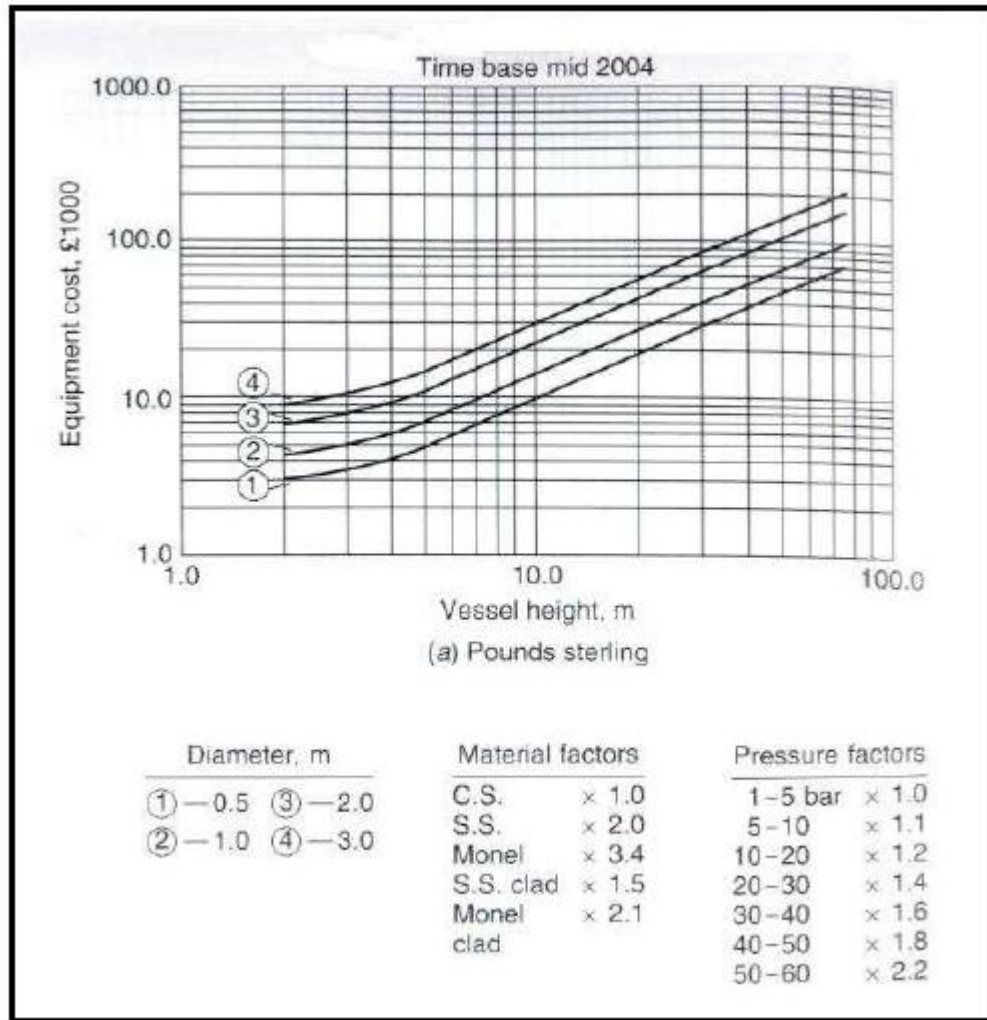
ANEXO 2

PRESUPUESTO

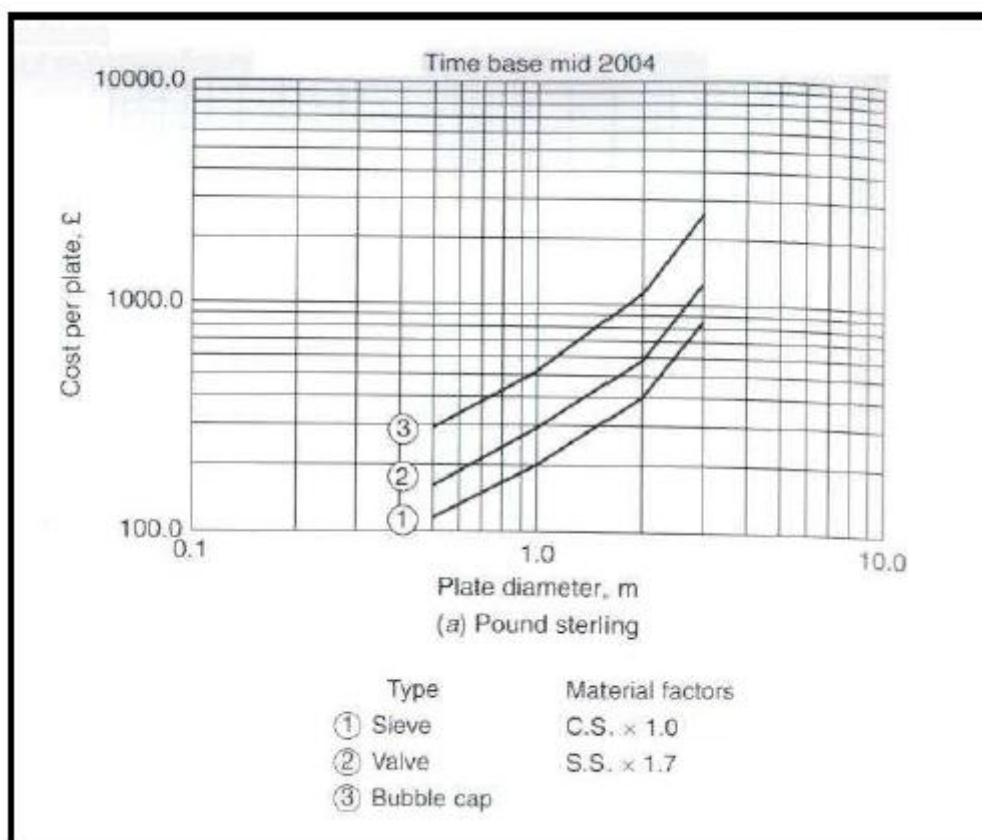
Table 6.1. Typical factors for estimation of project fixed capital cost

Item	Process type		
	Fluids	Fluids – solids	Solids
1. Major equipment, total purchase cost	PCE	PCE	PCE
f_1 Equipment erection	0.4	0.45	0.50
f_2 Piping	0.70	0.45	0.20
f_3 Instrumentation	0.20	0.15	0.10
f_4 Electrical	0.10	0.10	0.10
f_5 Buildings, process	0.15	0.10	0.05
* f_6 Utilities	0.50	0.45	0.25
* f_7 Storages	0.15	0.20	0.25
* f_8 Site development	0.05	0.05	0.05
* f_9 Ancillary buildings	0.15	0.20	0.30
2. Total physical plant cost (PPC)			
PPC = PCE (1 + f_1 + \dots + f_9)			
= PCE \times	3.40	3.15	2.80
f_{10} Design and Engineering	0.30	0.25	0.20
f_{11} Contractor's fee	0.05	0.05	0.05
f_{12} Contingency	0.10	0.10	0.10
Fixed capital = PPC (1 + f_{10} + f_{11} + f_{12})			
= PPC \times	1.45	1.40	1.35

Anexo P.1: Tabla de coeficiente de cada partida



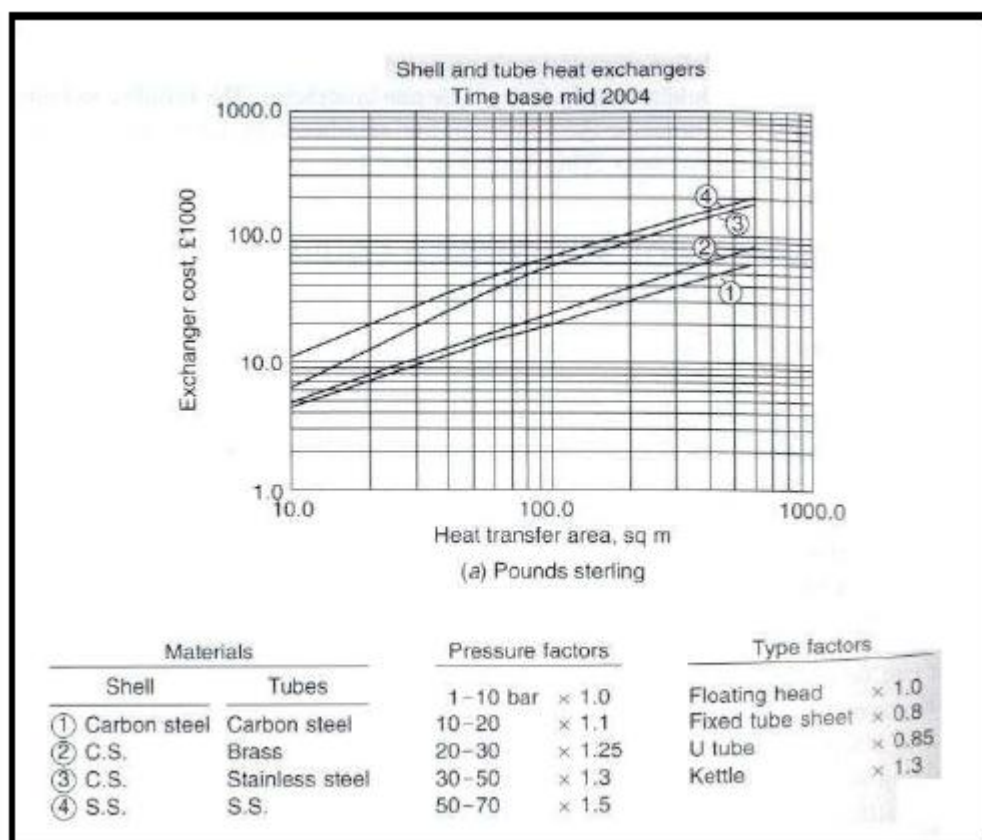
Anexo P.2: Costo de la virola y fondo del stripper



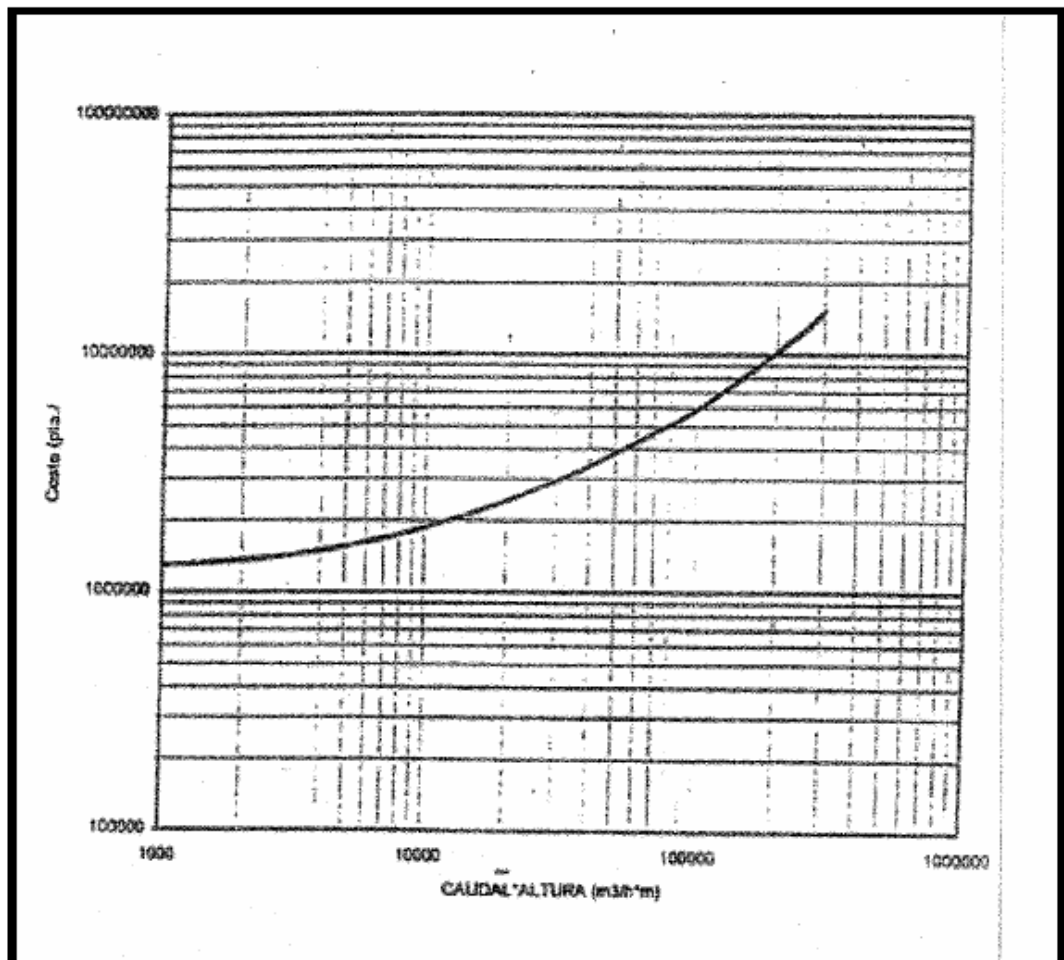
Anexo P.3: Coste de los platos del stripper

BOCAS DE HOMBRE	
Diámetro	Coste
in	(£)
16	500
18	500
20	600
24	800

Anexo P.4: Coste de las bocas de hombre



Anexo P.5: Coste de un intercambiador de calor



Anexo P.6: Coste base de las bombas

Influencia de la temperatura

Hasta 150 °C	x 1,00
150 – 200	x 1,15
Mayor de 250 °C	x 1,30

Influencia de la presión de aspiración

20 Kg/cm ²	x 0,7
20 – 40 Kg/cm ²	x 1,00

Influencia del material

Acero al carbono	x 1,00
Bronce	x 1,25
Inoxidable	x 1,80
Titanio	x 8,95

Anexo P.7: Factores de corrección para el coste de las bombas

